



**ITCA**  
**FEPADE**

## **INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

# **DISEÑO DE UN SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y MONITOREO DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN**

**APLICACIÓN EN ITCA-FEPADE  
CENTRO REGIONAL SANTA ANA**

**DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL**

**ING. CARLOS LEVI CARTAGENA LOBOS**

**DOCENTE COINVESTIGADOR**

**ING. DAVID ERNESTO CORTEZ PÉREZ**

**CENTRO REGIONAL SANTA ANA**

**ENERO 2025**



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA







**ITCA**  
**FEPADE**

## **INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

# **DISEÑO DE UN SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y MONITOREO DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN**

**APLICACIÓN EN ITCA-FEPADE  
CENTRO REGIONAL SANTA ANA**

**DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL**  
ING. CARLOS LEVI CARTAGENA LOBOS

**DOCENTE COINVESTIGADOR**  
ING. DAVID ERNESTO CORTEZ PÉREZ

**CENTRO REGIONAL SANTA ANA**

ENERO 2025



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



**Rector**

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

**Vicerrector**

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes

**Director de Investigación  
y Proyección Social**

Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación  
y Proyección Social**

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Jeannette Tatiana Galeas Rodríguez

Téc. Cristina Michellé Vásquez Hernández

Sra. Delmy Roxana Reyes Zepeda

**Director Centro Regional Santa Ana**

Ing. Manuel Antonio Chicas Villeda

621.319 24

C322d

slv

Cartagena Lobos, Carlos Levi 1984 -

Diseño de un sistema didáctico de control automático para corrección del factor de potencia y monitoreo de variables Eléctricas en instalaciones de baja tensión (recurso electrónico). Aplicación en ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana. /Carlos Levi Cartagena Lobos y David Ernesto Cortez Pérez. -- 1ª ed.- Santa Tecla, La Libertad, El Salv.: ITCA Editores, 2025. 1 recurso electrónico, (58 p.: il. col.; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo: pdf, 2 MB). --

<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>

ISBN: 978-99983-69-60-3 (E-Book, pdf)

ISBN: 978-99983-69-59-7 (Impreso)

1. Sistema Didáctico – Instalaciones Eléctricas. 2. Ingeniería - Electricidad - Potencia. 3. Instalaciones Eléctricas– Baja Tensión I. Cortez Pérez, David Ernesto 1995 -, coaut. II. Título.

**Autor**

Ing. Carlos Levi Cartagena Lobos

**Coautor**

Ing. David Ernesto Cortez Pérez

**Tiraje:** 13 ejemplares

Año 2025

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial  
Compartir Igual  
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: [www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

TEL: (503)2132-7423

## CONTENIDO

|        |                                                                                                |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN.....                                                                              | 6  |
| 2.     | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                                                               | 7  |
| 2.1.   | DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....                                                                   | 7  |
| 2.2.   | ANTECEDENTES/ESTADO DE LA TÉCNICA .....                                                        | 7  |
| 2.3.   | JUSTIFICACIÓN .....                                                                            | 7  |
| 3.     | OBJETIVOS.....                                                                                 | 8  |
| 3.1.   | OBJETIVO GENERAL.....                                                                          | 8  |
| 3.2.   | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                                    | 8  |
| 4.     | HIPÓTESIS.....                                                                                 | 9  |
| 5.     | MARCO TEÓRICO .....                                                                            | 9  |
| 5.1.   | MÉTODOS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN BAJA TENSIÓN .....                             | 9  |
| 5.2.   | TIPOS DE CONDENSADORES Y BANCOS DE CAPACITORES.....                                            | 10 |
| 5.3.   | BASE MATEMÁTICA.....                                                                           | 11 |
| 5.4.   | NORMAS Y REGLAMENTOS APLICADOS A LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA .....                    | 14 |
| 6.     | METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....                                                             | 14 |
| 6.1.   | DISEÑO DEL SISTEMA.....                                                                        | 15 |
| 6.2.   | DESARROLLO DEL MONITOR DE VARIABLES ELÉCTRICAS.....                                            | 17 |
| 6.3.   | IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA .....                                                               | 20 |
| 7.     | RESULTADOS .....                                                                               | 22 |
| 7.1.   | DATOS OBTENIDOS .....                                                                          | 22 |
| 7.2.   | ANÁLISIS DE RESULTADOS.....                                                                    | 29 |
| 8.     | CONCLUSIONES.....                                                                              | 31 |
| 9.     | RECOMENDACIONES.....                                                                           | 31 |
| 10.    | GLOSARIO.....                                                                                  | 31 |
| 11.    | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                                | 32 |
| 12.    | ANEXOS.....                                                                                    | 33 |
| 12.1.  | ANEXO 1. MUESTRA DE DATOS CAPTURADOS EN EL TABLERO ELÉCTRICO DEL CC2 .....                     | 34 |
| 12.2.  | ANEXO 2. ALGORITMO EN LABVIEW PARA EL CÁLCULO DE FP, Q, P Y S .....                            | 42 |
| 12.3.  | ANEXO 3: ALGORITMO EN LABVIEW PARA COMUNICARSE CON UN PLC SIMATIC S7 1200 MEDIANTE MODBUS...43 |    |
| 12.4.  | ANEXO 4: PROGRAMA PARA INTEGRAR UN PLC S7 1200 CON LABVIEW MEDIANTE MODBUS .....               | 44 |
| 12.5.  | ANEXO 5: ALGORITMO EN LABVIEW PARA LA CAPTURA DE DATOS.....                                    | 45 |
| 12.6.  | ANEXO 6: ALGORITMO EN LABVIEW DE LA PANTALLA PRINCIPAL .....                                   | 46 |
| 12.7.  | ANEXO 7: FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR DE ENERGÍA REACTIVA BR6000.....                         | 47 |
| 12.8.  | ANEXO 8: AJUSTE DE FÁBRICA DEL BR6000 .....                                                    | 48 |
| 12.9.  | ANEXO 9: PRUEBAS DE LECTURA DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO .....                    | 49 |
| 12.10. | ANEXO 10: LECTURA DE MUESTRA DE DATOS EN EL TABLERO ELÉCTRICO DEL CC2 .....                    | 50 |
| 12.11. | ANEXO 11: COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA .....                                           | 51 |
| 12.12. | ANEXO 12: ESTRUCTURA DEL MANUAL DE USUARIO.....                                                | 52 |

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe final del proyecto titulado "Diseño de un Sistema Didáctico de Control Automático para Corrección del Factor de Potencia y Monitoreo de Variables Eléctricas en Instalaciones de Baja Tensión" tuvo como objetivo principal diseñar e implementar un modelo de corrección del Factor de Potencia en baja tensión. Este proyecto se enmarca en las iniciativas de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Centro Regional Santa Ana, para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en el ámbito de la eficiencia energética.

El Factor de Potencia es una medida crucial de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica, y su corrección es esencial para reducir el consumo de energía reactiva, minimizar las pérdidas y mejorar la calidad del suministro eléctrico. Este proyecto aborda la problemática de la corrección del Factor de Potencia mediante el uso de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT) y la computación en la nube, permitiendo el monitoreo y la gestión remota de las variables eléctricas.

Se inició con el diagnóstico de la instalación eléctrica y las cargas instaladas en el Centro Regional con el propósito de identificar las cargas que más efectos tienen en el Factor de Potencia y poder diseñar un sistema que este dentro del presupuesto aprobado para el proyecto. Con los insumos obtenidos de la etapa de diagnóstico, se diseñó el sistema tomando en cuenta elementos innovadores que no incluyen los equipos para corrección del Factor de Potencia que se ofrecen en el mercado.

El sistema desarrollado incluye un monitor de variables eléctricas basado en LabVIEW, que se comunica con un PLC S7 1200 mediante el protocolo MODBUS TCP/IP. Este enfoque innovador no solo optimiza el consumo de energía y la calidad del suministro eléctrico, sino que también proporciona una herramienta didáctica para la formación de estudiantes en el campo de la ingeniería eléctrica.

El proyecto tiene como beneficios esperados los siguientes: reducir el consumo de energía reactiva y mejorar la eficiencia energética del sistema, evitar las multas por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica por tener un Factor de Potencia bajo, disminuir las pérdidas y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía eléctrica, aumentar la seguridad, confiabilidad y facilidad de operación y mantenimiento del sistema y contribuir a la protección del medio ambiente y al desarrollo sostenible.

La implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia ha demostrado ser una inversión valiosa, para eliminar las penalizaciones y mejorando la eficiencia energética del sistema. Esto no solo se traduce en ahorros económicos directos, sino también en una operación más sostenible y confiable del sistema eléctrico.

El diseño resultante de este proyecto podrá ser replicado en empresas, en la Sede Central y otros Centros Regionales de ITCA FEPADE, beneficiando a la comunidad académica; ya que los estudiantes podrán realizar prácticas relacionadas con la calidad de la energía y corrección del Factor de Potencia.

Se sugiere continuar con la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas y algoritmos para la corrección del Factor de Potencia y el monitoreo de variables eléctricas. La integración de inteligencia artificial y aprendizaje automático podría mejorar aún más la precisión y la eficiencia del sistema, abriendo nuevas oportunidades para la innovación en el campo de la ingeniería eléctrica.

A lo largo de este informe, se detallan los antecedentes, la metodología de investigación, los resultados obtenidos y las conclusiones del proyecto. Además, se presentan recomendaciones para futuras implementaciones y mejoras del sistema.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El Factor de Potencia es una medida de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica, que indica la relación entre la potencia activa, que realiza trabajo y la potencia aparente, que se consume. Un Factor de Potencia bajo implica un mayor consumo de energía reactiva, que no realiza trabajo útil, pero que genera pérdidas, calentamiento y distorsiones en el sistema eléctrico. Además, un Factor de Potencia bajo puede ocasionar multas por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, según lo establecido por SIGET.

Para corregir el Factor de Potencia se pueden utilizar diferentes métodos, como el uso de capacitores, reactores o filtros. Sin embargo, estos métodos pueden presentar inconvenientes, como la necesidad de ajustar manualmente los dispositivos según la variación de la carga, el riesgo de sobre corriente o resonancia, o el alto costo de instalación y mantenimiento.

Por lo tanto, se plantea el problema de diseñar e implementar en el Centro Regional de ITCA Santa Ana un sistema automático para la corrección del Factor de Potencia, que sea capaz de adaptarse a las condiciones cambiantes de la carga, que evite los problemas mencionados anteriormente, y que optimice el consumo y la calidad de la energía eléctrica.

### **2.2. ANTECEDENTES/ESTADO DE LA TÉCNICA**

El Estado de la Técnica muestra que se han desarrollado y aplicado diferentes métodos, técnicas y dispositivos para diseñar e implementar un sistema automático para corrección del Factor de Potencia en un sistema de distribución eléctrica. Algunos ejemplos son:

- El uso de un controlador lógico programable PLC que recibe las mediciones de las variables eléctricas desde un medidor inteligente mediante el protocolo Modbus RS485, y que ejecuta un algoritmo que determina el número y la secuencia de los capacitores a conectar.
- El uso de una técnica de control con banda de histéresis adaptativa para un convertidor Boost, que cumple la función de corrección del Factor de Potencia y regula la tensión de salida. La técnica se basa en ajustar el ancho de la banda de histéresis según la variación del Factor de Potencia, lo que permite reducir el estrés en los componentes del convertidor y mejorar el rendimiento del sistema.
- El uso de un condensador como dispositivo para corregir el Factor de Potencia, y el cálculo del tamaño apropiado del mismo según la potencia activa y reactiva del sistema. El condensador se conecta en paralelo con la carga inductiva, lo que reduce la corriente total y aumenta el Factor de Potencia.

### **2.3. JUSTIFICACIÓN**

Para corregir el Factor de Potencia se pueden utilizar diferentes métodos, como el uso de capacitores, reactores o filtros. Sin embargo, estos métodos pueden presentar inconvenientes, como la necesidad de ajustar manualmente los dispositivos según la variación de la carga, el riesgo de sobre corriente o resonancia, o el alto costo de instalación y mantenimiento.

Por lo tanto, se justifica la realización del proyecto de diseñar e implementar un sistema de control automático para corrección del Factor de Potencia en un sistema de distribución eléctrica, que sea capaz de adaptarse a

las condiciones cambiantes de la carga, que evite los problemas mencionados anteriormente, y que optimice el consumo y la calidad de la energía eléctrica.

Además, este proyecto representa una ampliación del proyecto “Diseño de sistema para el monitoreo del desbalance de tensión y corriente entre las fases A, B y C de los generadores eléctricos utilizando una red de sensores de voltaje y corriente con registro de datos en la nube” desarrollado en el 2023, lo que facilitará el diseño de un sistema robusto para la corrección automática del Factor de Potencia y monitoreo de variables eléctricas.

El proyecto tiene como beneficios esperados los siguientes:

- Reducir el consumo de energía reactiva y mejorar la eficiencia energética del sistema.
- Evitar las multas por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica por tener un Factor de Potencia bajo.
- Disminuir las pérdidas y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía eléctrica.
- Aumentar la seguridad, confiabilidad y facilidad de operación y mantenimiento del sistema.
- Contribuir a la protección del medio ambiente y al desarrollo sostenible.
- El diseño resultante podrá ser replicado en empresas, en la Sede Central y otros Centros Regionales de ITCA FEPADE, beneficiando a la comunidad académica; ya que los estudiantes podrán realizar prácticas relacionadas con la calidad de la energía y corrección del Factor de Potencia.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un modelo de corrección del Factor de Potencia en baja tensión, mediante el uso de tecnologías de comunicación e información, como Internet de las Cosas IoT y computación en la nube, para el monitoreo de variables eléctricas y la gestión remota de los sistemas instalados en el Centro Regional de ITCA FEPADE Sanata Ana.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diseñar y desarrollar un monitor de variables eléctricas con LabVIEW, que permita establecer la comunicación con un PLC S7 1200 mediante MODBUS TCP IP.
2. Evaluar el impacto económico que supone la implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia en baja tensión, considerando los ahorros en el consumo de energía, la reducción de las pérdidas y la mejora de la vida útil de los equipos eléctricos.
3. Diseñar un manual de usuario para el módulo didáctico, explicando su funcionamiento, sus ventajas, sus limitaciones y sus recomendaciones de uso.

## 4. HIPÓTESIS

La implementación de un modelo de corrección del Factor de Potencia en baja tensión mediante el uso de tecnologías de comunicación e información, como Internet de las Cosas IoT y computación en la nube, aumentará la eficiencia energética y reducirá los costos operativos del Centro Regional de ITCA FEPADE Sanata Ana.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. MÉTODOS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN BAJA TENSIÓN

La corrección del Factor de Potencia es una práctica que consiste en conectar condensadores, bobinas o motores síncronos en paralelo con las cargas inductivas o capacitivas, para compensar la potencia reactiva y mejorar el Factor de Potencia del sistema eléctrico [1][2]. Esto tiene varios beneficios, como:

- Reducir las pérdidas de energía en las líneas de transmisión y distribución.
- Aumentar la capacidad de transporte de corriente de los conductores y transformadores.
- Evitar multas por parte de las compañías eléctricas por bajo Factor de Potencia.
- Mejorar la calidad y estabilidad de la tensión y la frecuencia del suministro eléctrico [1][2][3]

Los principios y métodos de la corrección del Factor de Potencia en baja tensión dependen de las características de las cargas y de la distorsión armónica presente en el sistema. Algunos de los métodos más comunes son:

Condensadores paralelos: se conectan en paralelo con las cargas inductivas para compensar la potencia reactiva y aumentar el Factor de Potencia. Son adecuados para sistemas con bajo nivel de distorsión armónica y cargas fijas o variables lentas [1][2]

Bobinas: se conectan en paralelo con las cargas capacitivas para compensar la potencia reactiva y disminuir el Factor de Potencia. Son adecuados para sistemas con alto nivel de distorsión armónica y cargas fijas o variables rápidas [1][2]

Motores síncronos: se conectan en paralelo con las cargas inductivas o capacitivas para ajustar la potencia reactiva y regular el Factor de Potencia. Son adecuados para sistemas con bajo o medio nivel de distorsión armónica y cargas constantes o variables lentas [1][2]

SVC (Static Var Compensator): es un dispositivo electrónico que utiliza tiristores para controlar la conexión y desconexión de condensadores o bobinas en paralelo con las cargas. Es adecuado para sistemas con alto nivel de distorsión armónica y cargas variables rápidas [1][2]

### Tipos de cargas que existen en las instalaciones eléctricas de baja tensión

Las cargas eléctricas son los dispositivos o equipos que consumen energía eléctrica en un circuito. Según su comportamiento frente al voltaje y la corriente, se pueden clasificar en diferentes tipos [5][6]:

Cargas lineales: son aquellas que mantienen una relación lineal y proporcional entre el voltaje y la corriente, es decir, la corriente sigue la misma forma de onda que el voltaje. Ejemplos de cargas lineales son las

resistencias, los inductores y los condensadores puros. Estas cargas solo consumen potencia activa y no generan distorsión armónica en el sistema [5][6].

Cargas no lineales: son aquellas que no mantienen una relación lineal y proporcional entre el voltaje y la corriente, es decir, la corriente no sigue la misma forma de onda que el voltaje. Ejemplos de cargas no lineales son los dispositivos electrónicos que utilizan rectificadores, convertidores, variadores de frecuencia, fuentes de alimentación conmutadas, etc. Estas cargas consumen potencia activa, reactiva y distorsionada, y generan distorsión armónica en el sistema, lo que afecta a la calidad y eficiencia del suministro eléctrico [5][6][7].

Dentro de las cargas no lineales, se pueden distinguir dos subtipos según el tipo de distorsión armónica que producen [5][6]:

Cargas no lineales de tipo I: son aquellas que generan armónicos de orden bajo (3, 5, 7, 9, etc.) y de amplitud elevada. Estos armónicos provocan un aumento de la potencia reactiva y una disminución del Factor de Potencia del sistema. Ejemplos de este tipo de cargas son los rectificadores de 6 pulsos, los variadores de frecuencia, los hornos de arco, etc.

Cargas no lineales de tipo II: son aquellas que generan armónicos de orden alto (11, 13, 15, etc.) y de amplitud baja. Estos armónicos provocan una distorsión de la forma de onda del voltaje y la corriente, pero no afectan significativamente a la potencia reactiva ni al Factor de Potencia del sistema. Ejemplos de este tipo de cargas son las fuentes de alimentación conmutadas, los ordenadores, los televisores, etc.

Las cargas inductivas son un tipo de cargas lineales que se caracterizan por tener una impedancia formada por una resistencia y una inductancia en serie o en paralelo. Estas cargas generan un desfase entre el voltaje y la corriente, de modo que la corriente se retrasa respecto al voltaje. Ejemplos de cargas inductivas son los motores, los transformadores, las bobinas, etc. Estas cargas consumen potencia activa y reactiva, y requieren de una corrección del Factor de Potencia para reducir las pérdidas y mejorar la eficiencia del sistema [5][6][8].

## 5.2. TIPOS DE CONDENSADORES Y BANCOS DE CAPACITORES

Los condensadores son dispositivos que almacenan energía eléctrica en forma de campo eléctrico. Se utilizan para compensar la potencia reactiva generada por las cargas inductivas, como los motores, los transformadores y las bobinas, que provocan un desfase entre el voltaje y la corriente y reducen el Factor de Potencia del sistema eléctrico [5][6]. Al conectar condensadores en paralelo con las cargas inductivas, se crea un circuito resonante que anula la potencia reactiva y mejora el Factor de Potencia [5][6].

Los bancos de capacitores son conjuntos de condensadores conectados entre sí de forma serie, paralelo o mixta, para obtener una capacidad total deseada. Se pueden clasificar según su forma de conexión, su tipo de control y su ubicación [5][6].

Según su forma de conexión, los bancos de capacitores se pueden dividir en:

Bancos de capacitores fijos: son aquellos que tienen una capacidad constante e independiente de las variaciones de la carga y el Factor de Potencia. Se utilizan para compensar cargas fijas o con variaciones lentas, como los motores que funcionan de forma continua. Se pueden conectar en estrella o en triángulo, según la tensión que deban soportar los condensadores [5][6].

Bancos de capacitores variables: son aquellos que tienen una capacidad variable y dependiente de las variaciones de la carga y el Factor de Potencia. Se utilizan para compensar cargas variables o con variaciones

rápidas, como los motores que arrancan y paran frecuentemente. Se pueden conectar de forma automática o manual, mediante contactores o tiristores, que regulan la conexión y desconexión de los condensadores según la demanda de potencia reactiva [5][6].

Según su tipo de control, los bancos de capacitores se pueden dividir en:

Bancos de capacitores controlados por tensión: son aquellos que se conectan o desconectan según el nivel de tensión del sistema eléctrico. Se utilizan para mejorar la calidad y estabilidad de la tensión, especialmente en sistemas con fluctuaciones de carga o con generación distribuida. Se pueden controlar mediante relés de tensión o reguladores de tensión [5][6] [8].

Bancos de capacitores controlados por corriente: son aquellos que se conectan o desconectan según el nivel de corriente del sistema eléctrico. Se utilizan para mejorar la eficiencia y reducir las pérdidas de energía, especialmente en sistemas con distorsión armónica o con transitorios de carga. Se pueden controlar mediante relés de corriente o medidores de potencia [5][6] [8].

Según su ubicación, los bancos de capacitores se pueden dividir en:

Bancos de capacitores individuales: son aquellos que se conectan directamente a cada carga inductiva que requiere compensación. Se utilizan para mejorar el Factor de Potencia y reducir las pérdidas de energía en el punto de consumo, especialmente en sistemas con cargas dispersas o con distancias largas entre la fuente y la carga. Se pueden conectar en estrella o en triángulo, según la tensión que deban soportar los condensadores [5][6] [9].

Bancos de capacitores colectivos: son aquellos que se conectan a un grupo de cargas inductivas que requieren compensación. Se utilizan para mejorar el Factor de Potencia y reducir las pérdidas de energía en el punto de suministro, especialmente en sistemas con cargas concentradas o con distancias cortas entre la fuente y la carga. Se pueden conectar en estrella o en triángulo, según la tensión que deban soportar los condensadores [5][6] [9].

Bancos de capacitores centrales: son aquellos que se conectan a la salida del transformador o del generador que alimenta el sistema eléctrico. Se utilizan para mejorar el Factor de Potencia y reducir las pérdidas de energía en el punto de generación, especialmente en sistemas con cargas variables o con distorsión armónica. Se pueden conectar en estrella o en triángulo, según la tensión que deban soportar los condensadores [5][6] [9].

### **5.3. BASE MATEMÁTICA**

#### **Carga balanceada conectada en Y**

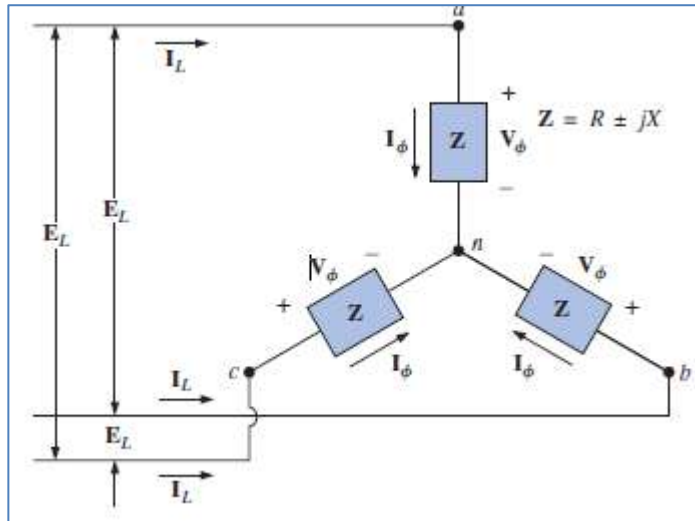


Figura 1: Carga balanceada en Y [10].

**Potencia promedio** La potencia promedio entregada a cada fase puede ser determinada mediante cualesquiera de las ecuaciones (1), (2) y (3).

$$P_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \cos \theta_{I_{\phi}}^{V_{\phi}} = I_{\phi}^2 R_{\phi} = \frac{V_R^2}{R_{\phi}} \quad (\text{watts, W})$$

(1)

$$P_T = 3P_{\phi} \quad (\text{W})$$

(2)

$$P_T = \sqrt{3} E_L I_L \cos \theta_{I_{\phi}}^{V_{\phi}} = 3 I_L^2 R_{\phi} \quad (\text{W})$$

(3)

**Potencia reactiva** La potencia reactiva de cada fase (en volt-ampere reactivos) es:

$$Q_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \sin \theta_{I_{\phi}}^{V_{\phi}} = I_{\phi}^2 X_{\phi} = \frac{V_X^2}{X_{\phi}} \quad (\text{VAR})$$

(4)

$$Q_T = 3Q_{\phi} \quad (\text{VAR})$$

(5)

$$Q_T = \sqrt{3} E_L I_L \sin \theta_{I_{\phi}}^{V_{\phi}} = 3 I_L^2 X_{\phi} \quad (\text{VAR})$$

(6)

**Potencia aparente** La potencia aparente de cada fase es:

$$S_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \quad (\text{VA})$$

(7)

$$S_T = 3S_{\phi} \quad (\text{VA})$$

(8)

$$S_T = \sqrt{3}E_L I_L \quad (\text{VA})$$

(9)

**Factor de Potencia** El Factor de Potencia del sistema está dado por:

$$F_p = \frac{P_T}{S_T} = \cos \theta_{I_\phi}^{V_\phi} \quad (\text{adelantado o atrasado})$$

(10)

**Carga balanceada conectada en DELTA**

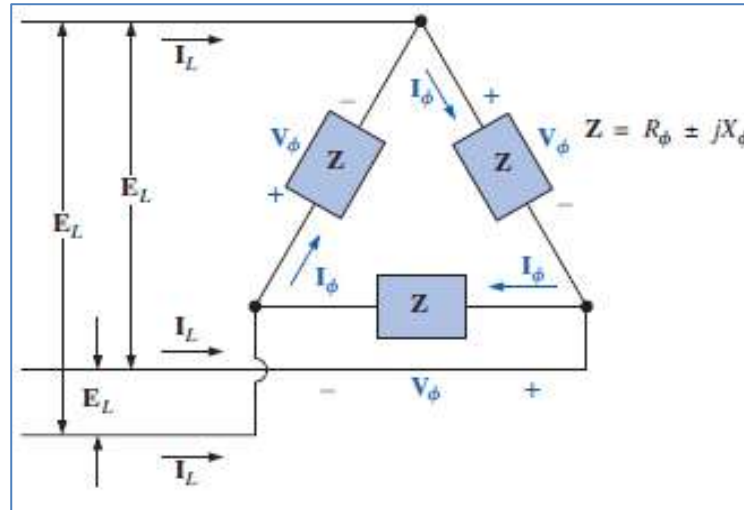


Figura 2: Carga balanceada en DELTA [10].

**Potencia promedio**

$$P_\phi = V_\phi I_\phi \cos \theta_{I_\phi}^{V_\phi} = I_\phi^2 R_\phi = \frac{V_R^2}{R_\phi} \quad (\text{W})$$

(11)

**Potencia reactiva**

$$Q_\phi = V_\phi I_\phi \sin \theta_{I_\phi}^{V_\phi} = I_\phi^2 X_\phi = \frac{V_X^2}{X_\phi} \quad (\text{VAR})$$

(12)

$$S_\phi = V_\phi I_\phi \quad (\text{VA})$$

(13)

**Potencia aparente**

$$S_\phi = V_\phi I_\phi \quad (\text{VA})$$

(14)

$$S_T = 3S_\phi = \sqrt{3}E_L I_L \quad (\text{VA})$$

(15)

**Factor de Potencia**

$$F_p = \frac{P_T}{S_T}$$

(16)

#### 5.4. NORMAS Y REGLAMENTOS APLICADOS A LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Las normas para corregir el Factor de Potencia varían según el país, la región, la compañía eléctrica y el tipo de cliente. Sin embargo, algunas normas generales son las siguientes:

##### Normas generales

- El Factor de Potencia mínimo aceptable suele ser de 0.9 o 0.95, medido en un periodo mensual o anual[10].
- Los clientes que no cumplan con el Factor de Potencia mínimo pueden estar sujetos a multas o cargos adicionales por parte de la compañía eléctrica[11].
- Los clientes que mejoren su Factor de Potencia por encima del mínimo pueden recibir incentivos o bonificaciones por parte de la compañía eléctrica[11].
- Los clientes pueden corregir su Factor de Potencia instalando dispositivos capacitivos, inductivos o síncronos, que compensen la potencia reactiva generada o consumida por sus cargas[11][12].

##### Normas aplicadas en El Salvador

Los reglamentos que se aplican a la corrección del Factor de Potencia en El Salvador según la SIGET son los siguientes:

El Código de Red, que establece que los centros de carga conectados a la red eléctrica nacional deben mantener un Factor de Potencia entre 0.95 en atraso y 1.0, con medición cinco-minutal, y que estos centros deben cumplir con este requerimiento al menos el 95% del tiempo durante un periodo mensual [13].

Las Normas de Calidad del Servicio de los Sistemas de Distribución, que establecen los criterios y procedimientos para el control de la calidad del servicio comercial, técnico y del producto técnico, así como las compensaciones por daños económicos o a equipos, artefactos o instalaciones. [14]

## 6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto se ejecutó utilizando el diseño experimental llevando a cabo diferentes actividades las cuales se detallan a continuación:

- a) Diagnóstico de la instalación eléctrica y las cargas instaladas en el Centro Regional de ITCA FEPAD E Santa Ana, con el propósito de identificar las cargas que más efectos tienen en el Factor de Potencia y poder diseñar un sistema que este dentro del presupuesto aprobado para el proyecto.
- b) Diseño del sistema de corrección automática del Factor de Potencia. Con los insumos obtenidos de la etapa de diagnóstico, se diseñó el sistema tomando en cuenta elementos innovadores que no incluyen los equipos para corrección del Factor de Potencia que se ofrecen en el mercado.
- c) Implementación del sistema. Esta etapa comprende las siguientes fases:

- Acondicionamiento de instalación eléctrica para el montaje de equipos
- Acondicionamiento de red de comunicaciones.
- Armado de tablero de control
- Realizar pruebas piloto del sistema de corrección del Factor de Potencia en baja tensión en una parte del Centro Regional de ITCA FEPADE Sanata Ana, para verificar su correcto funcionamiento y su adecuación a las condiciones reales.

## 6.1. DISEÑO DEL SISTEMA

El diseño del sistema de corrección automática del Factor de Potencia se basó en el controlador de energía reactiva BR 6000 de la marca EPCOS (fig. 3). Este es un aparato de control moderno e innovador, con una amplia variedad de funciones. Presenta una interfaz de usuario a través de menús con texto para máxima facilidad de operación. Los símbolos indicativos y las leyendas alfanuméricas en el idioma del país de uso (ocho idiomas disponibles) combinan la facilidad de manejo con una conveniente presentación de los resultados.

El controlador muestra variados parámetros de la red, almacena sus diferentes valores y cuenta con una opción de rutina de prueba que facilita el análisis de errores y el monitoreo del sistema. Está diseñado para una tensión de medición de 30 a 525V (L-N) o (L-L) y una tensión de alimentación de 220VAC. Además, dispone de una inicialización automática que reduce al mínimo la puesta en marcha.

El montaje del sistema se basó en el diagrama eléctrico que se muestra en la (fig. 4).

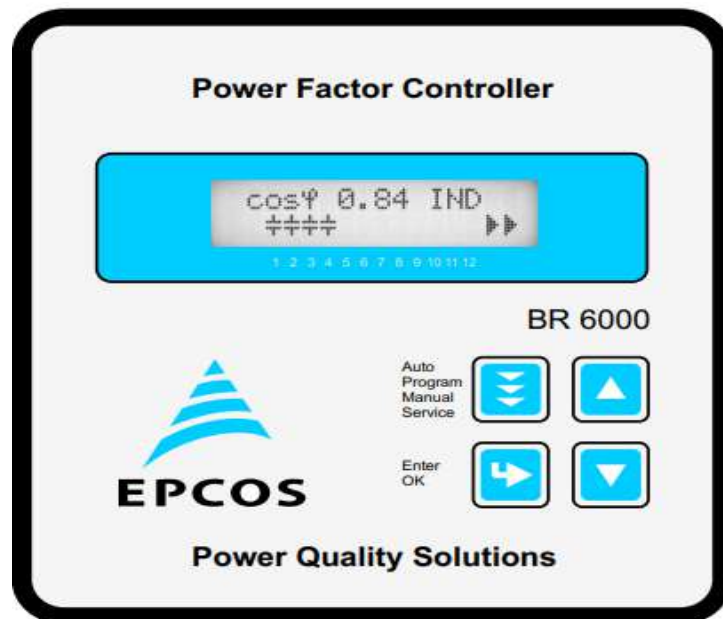


Figura 3: Vista frontal de BR 6000.

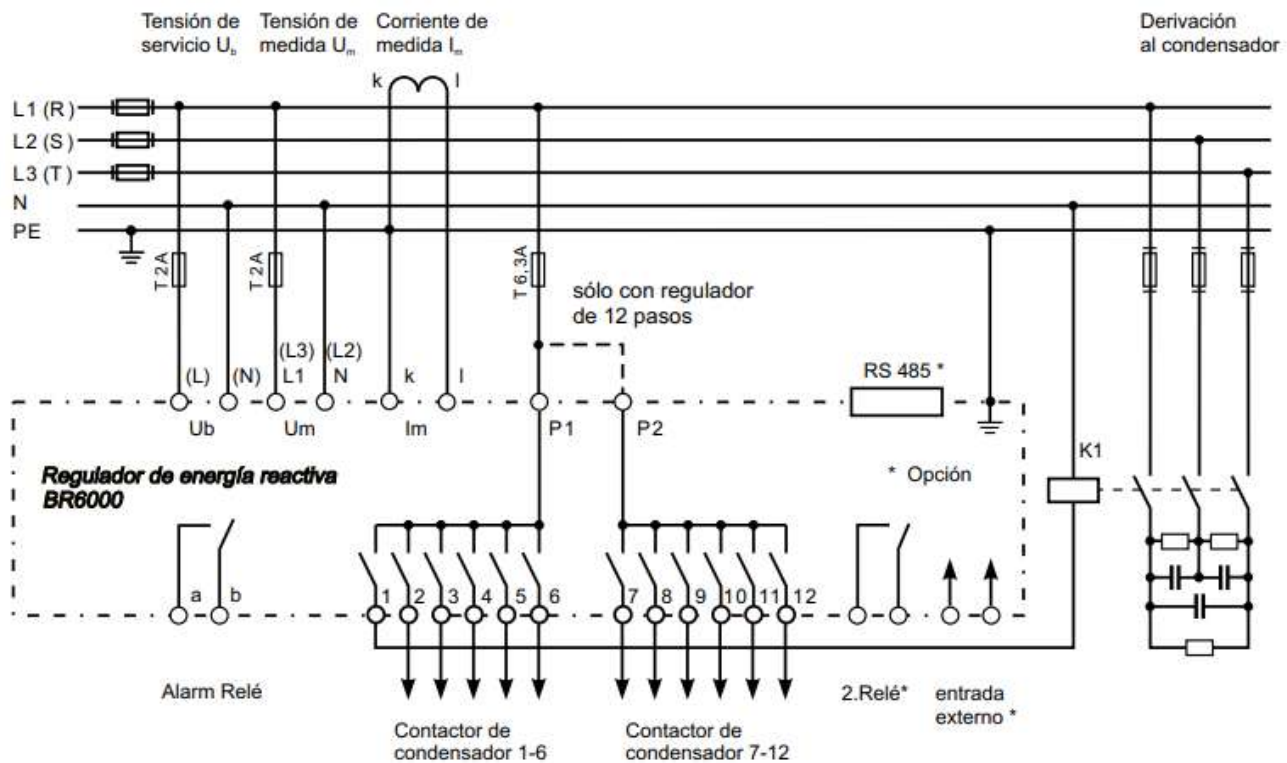


Figura 4: Esquema de conexión BR 6000.

Como un elemento diferenciador y para poder digitalizar los datos, se integró un monitor de variables eléctricas basado en software. Para ello, se emplearon dos dispositivos de adquisición de datos (DAQ) NI USB-6009 y se diseñó un tablero de instrumentos virtual utilizando LabVIEW 2022. La arquitectura del monitor se basó en el modelo mostrado en la figura 5.

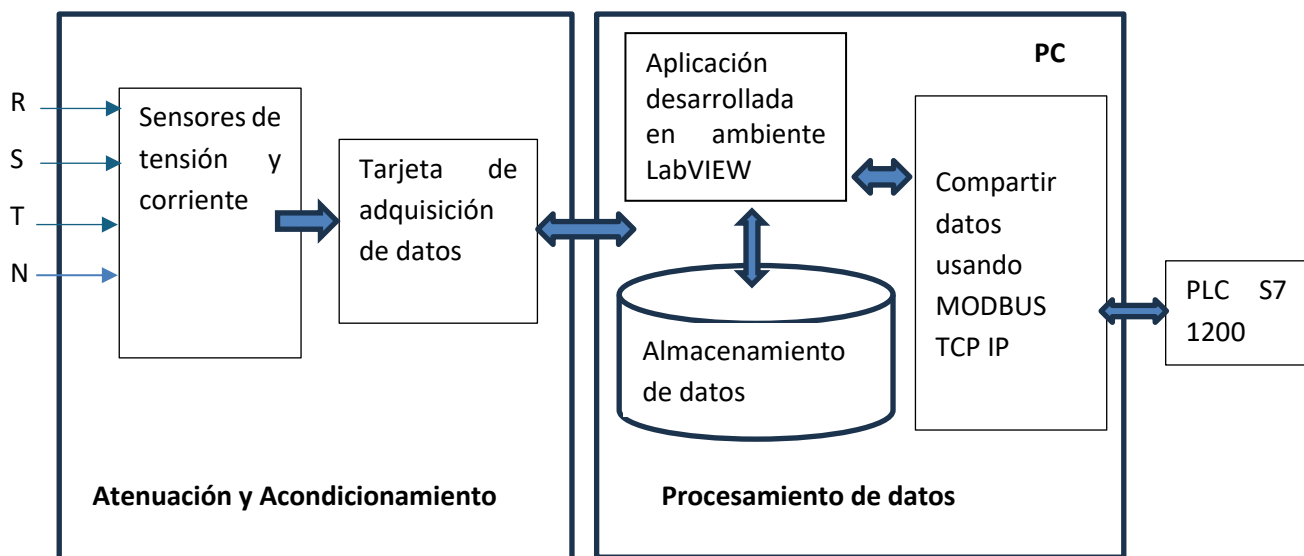


Figura 5: Arquitectura del sistema de monitoreo.

El uso de estos dispositivos DAQ permite una captura precisa y eficiente de las variables eléctricas, facilitando su análisis y monitoreo en tiempo real. El tablero de instrumentos virtual proporciona una interfaz intuitiva y visualmente atractiva, que permite a los usuarios interactuar con los datos de manera sencilla y efectiva. Esta solución no solo mejora la precisión y la eficiencia del monitoreo, sino que también ofrece una herramienta poderosa para la toma de decisiones informadas.

## **6.2. DESARROLLO DEL MONITOR DE VARIABLES ELÉCTRICAS**

El monitor de variables eléctricas desarrollado con LabVIEW se divide en tres ventanas principales. La primera ventana, ilustrada en la figura 6, corresponde al monitor de corriente, voltaje y desbalance. Esta ventana permite visualizar las señales eléctricas trifásicas en un gráfico rectangular, proporcionando una representación clara y detallada de las mismas.

Además, se indican los valores de voltaje y corriente para las fases A, B y C, lo que facilita el seguimiento y análisis de cada fase individualmente. Un aspecto crucial de esta ventana es la capacidad de visualizar el desbalance de voltaje y corriente de la instalación trifásica que se está monitoreando, lo cual es esencial para identificar y corregir posibles problemas de desequilibrio en el sistema.

La segunda ventana, mostrada en la figura 7, se centra en el monitor de fasores y potencia eléctrica. Esta ventana permite visualizar los fasores de voltaje y corriente correspondientes a las fases A, B y C del sistema trifásico que se está midiendo. La representación de los fasores es fundamental para entender la relación de fase entre las diferentes señales eléctricas.

Además, en esta ventana se puede apreciar la potencia activa, aparente y reactiva, así como el Factor de Potencia presente durante la medición. Estos parámetros son vitales para evaluar la eficiencia energética del sistema y para realizar ajustes que optimicen el consumo de energía.

Otra ventana importante que conforma el sistema es la ventana de captura de datos, ilustrada en la figura 8. Cuando esta ventana está activa, permite almacenar en un archivo permanente todas las variables eléctricas que se están monitoreando.

Esta funcionalidad es crucial para crear registros de datos que posteriormente se pueden analizar, facilitando la identificación de patrones y tendencias a lo largo del tiempo. La capacidad de capturar y almacenar datos de manera continua es esencial para el mantenimiento predictivo y para la toma de decisiones informadas sobre el funcionamiento del sistema eléctrico.

Todo el sistema se agrupa en una pantalla principal, como se muestra en la figura 9. Desde esta pantalla principal, se puede acceder a todas las ventanas que conforman el monitor de variables eléctricas. La integración de todas las funcionalidades en una única interfaz centralizada mejora la usabilidad del sistema, permitiendo a los usuarios navegar fácilmente entre las diferentes ventanas y acceder rápidamente a la información que necesitan.

Esta organización intuitiva y eficiente del monitor de variables eléctricas desarrollado con LabVIEW asegura que los usuarios puedan realizar un seguimiento detallado y preciso de las condiciones eléctricas del sistema trifásico.

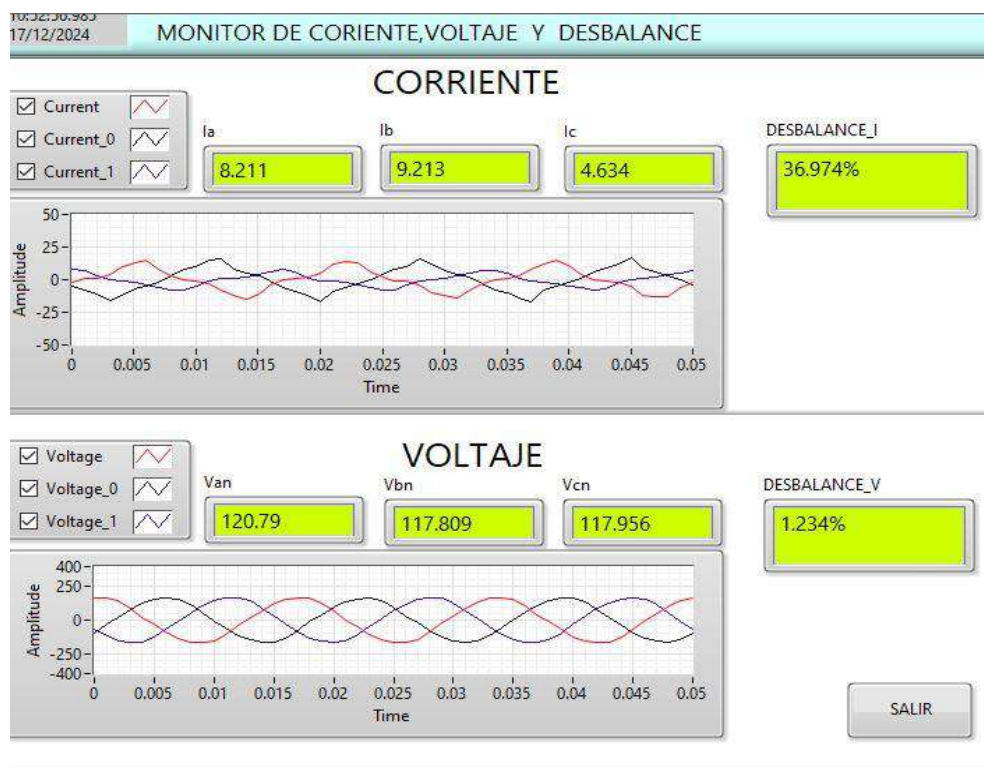


Figura 6: Monitor de corriente voltaje y desbalance.

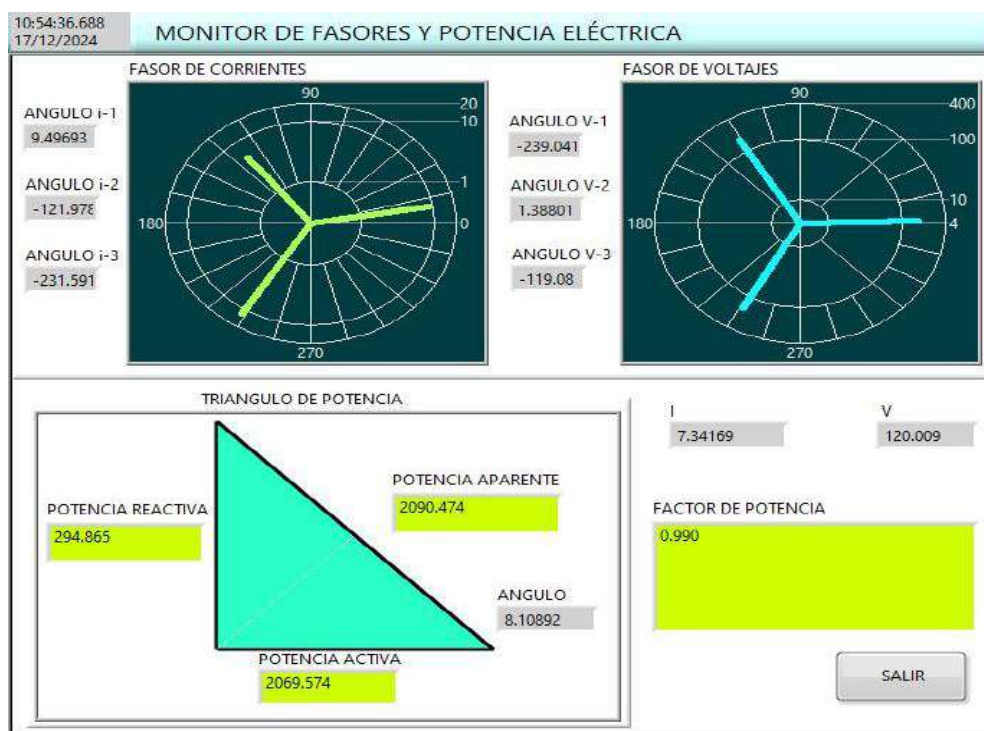


Figura 7: Monitor de fasores y potencia eléctrica.



Figura 8: Variables capturadas y almacenadas en archivo local.



Figura 9: Ventana principal del monitor de variables eléctricas.

### 6.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para la implementación del sistema, se construyó un panel de control automático que alberga todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento. Este panel incluye una variedad de elementos esenciales, tales como dispositivos de protección, sistemas de control, equipos de medición y visualización, y mecanismos para la descarga de capacitores. Además, se integraron las tarjetas DAQ NI 6009, que son fundamentales para la adquisición de datos, y el controlador de corrección del Factor de Potencia BR 6000, que optimiza la eficiencia energética del sistema. El diseño del panel de control fue cuidadosamente planificado para asegurar una disposición lógica y accesible de todos los componentes, facilitando tanto su operación como su mantenimiento.

**Tabla 2: Matriz Metodológica**

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                      | ACTIVIDADES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RESULTADOS ESPERADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RESPONSABLE                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. Diseñar y desarrollar un monitor de variables eléctricas con LabVIEW, que permita establecer la comunicación con un PLC S7 1200 mediante MODBUS TCP IP. | A1. Diseño conceptual: definir los requisitos técnicos y funcionales del sistema.<br>A2. Diseñar el algoritmo para la gestión y visualización de datos.<br>A3. Programar el PLC S7 1200 con el algoritmo diseñado para la comunicación mediante MODBUS TCP IP y visualización de datos en pantalla HMI.<br>A4. Instalar los componentes del sistema en un panel de control | R1. Se contará con un sistema informático, integrado con un PLC S7 1200, con el que se podrá monitorear diferentes variables eléctricas.<br><br>R2. Se tendrá un modelo de corrección del Factor de Potencia en baja tensión, mediante el uso de tecnologías de comunicación e información, como Internet de las Cosas IoT computación en la nube, para el monitoreo de variables eléctricas y la gestión remota de los sistemas instalados. | Ing. Carlos Cartagena<br>Ing. David Cortez |

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                | ACTIVIDADES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | RESULTADOS ESPERADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RESPONSABLE                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 2. Evaluar el impacto económico que supone la implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia en baja tensión, considerando los ahorros en el consumo de energía, la reducción de las pérdidas y la mejora de la vida útil de los equipos eléctricos | <p>A1. Instalar el módulo didáctico en una parte adecuada del Centro Regional.</p> <p>A2. Calibrar las variables eléctricas que se van a medir</p> <p>A3. Realizar pruebas piloto de funcionalidad</p> <p>A4. Recopilar datos sobre el consumo energético y comportamiento del Factor de Potencia</p> <p>A5. Analizar los datos obtenidos con herramientas estadísticas e informáticas apropiadas.</p> | <p>R1. Se contará con un sistema de corrección del Factor de Potencia en baja tensión que sea capaz de adaptarse a las condiciones cambiantes de la carga y la red, mediante el uso de técnicas de control y optimización de los condensadores</p> <p>R2. Una evaluación del impacto económico que supone la implementación del sistema.</p> | <p>Ing. Carlos Cartagena</p> <p>Ing. David Cortez</p> |
| 3. Diseñar un manual de usuario para el módulo didáctico, explicando su funcionamiento, sus ventajas, sus limitaciones y sus recomendaciones de uso.                                                                                                                 | A1. Elaborar un documento técnico orientado hacia el usuario y reporte final                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | R1. Se contará con un manual de usuario y una guía didáctica con ejemplos de uso del sistema de corrección de Factor de Potencia.                                                                                                                                                                                                            | <p>Ing. Carlos Cartagena</p> <p>Ing. David Cortez</p> |

## 7. RESULTADOS

### 7.1.DATOS OBTENIDOS

Con el objetivo de validar el sistema desarrollado, se realizó un muestreo exhaustivo del tablero eléctrico instalado en el Centro de Cómputo Dos CC2. Para ello, se tomaron un total de 1483 muestras, con una tasa de muestreo de 60 muestras por minuto. El resultado del proceso de muestreo se presenta de manera detallada en las figuras 10, 11, 12, 13, 14 ,15, 16, 17 Y 18.

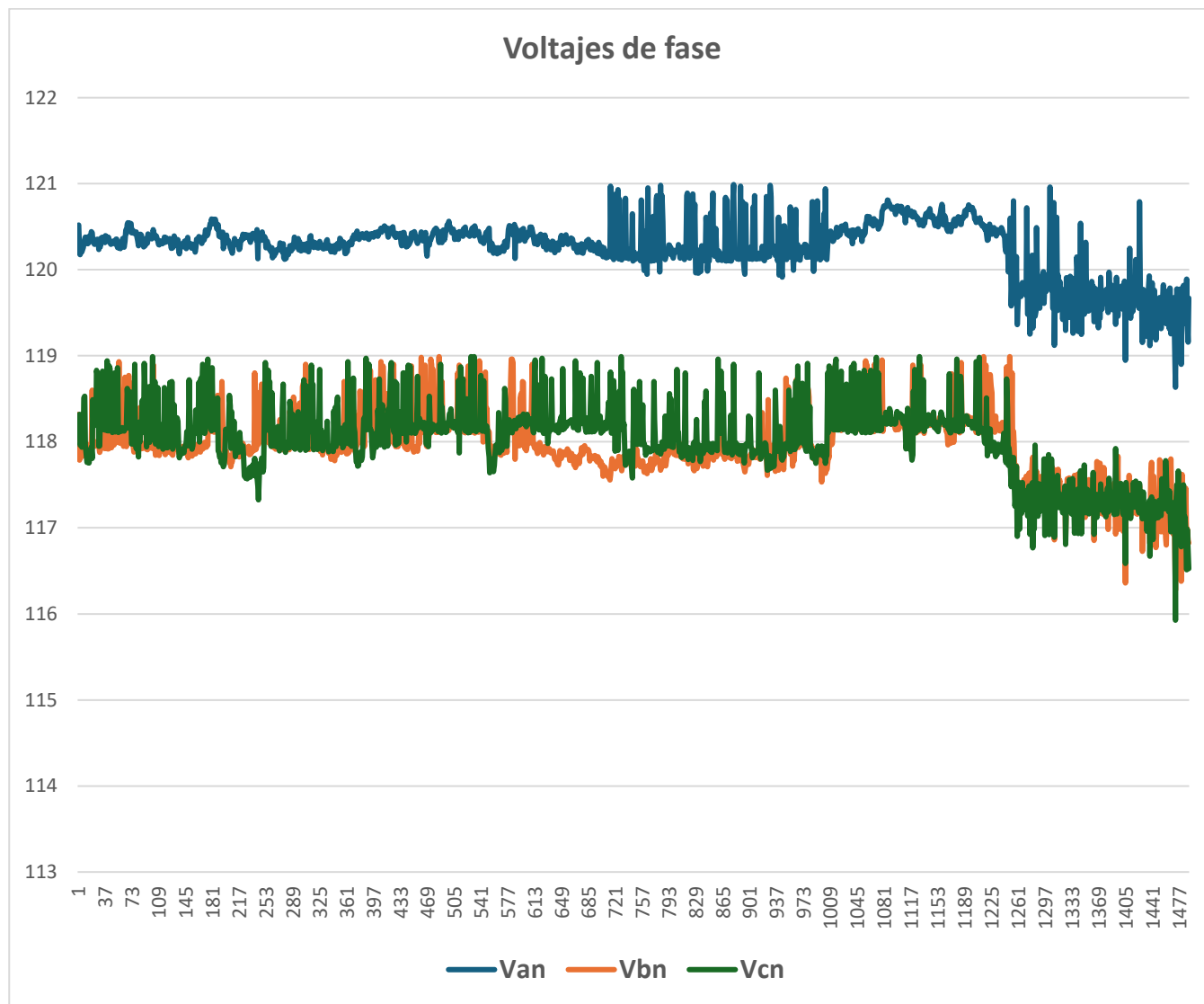


Figura 10: Voltaje medido en las fases A, B y C.

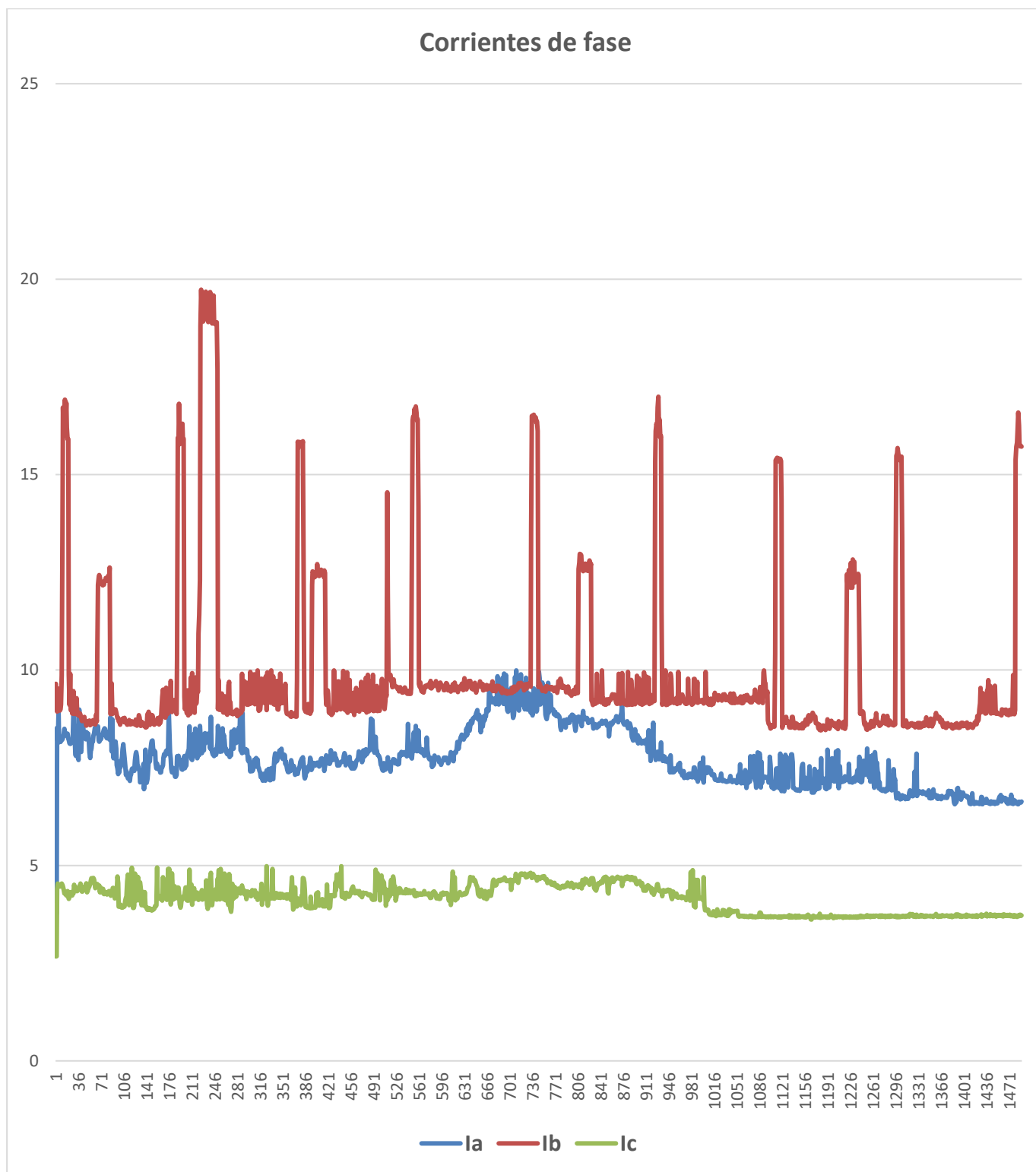


Figura 11: Corriente medida en las fases A, B y C.

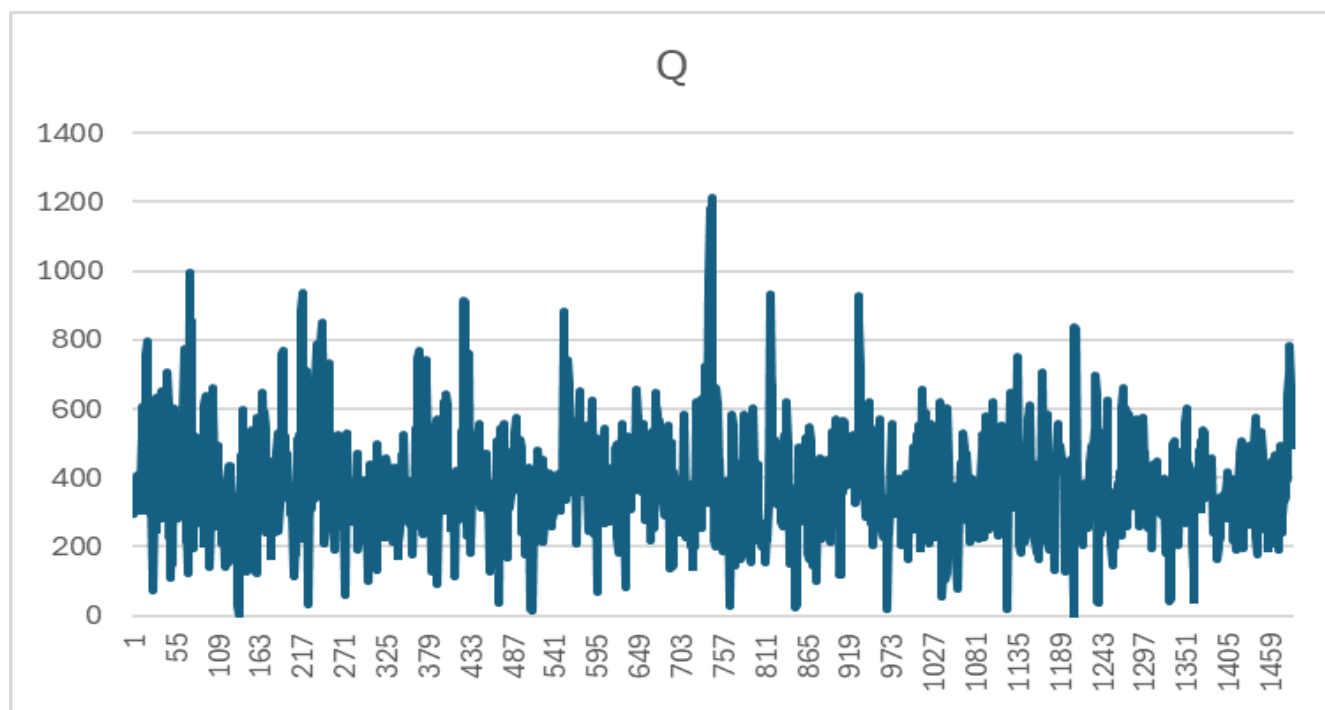


Figura 12: Potencia reactiva de las cargas instaladas en el CC2.

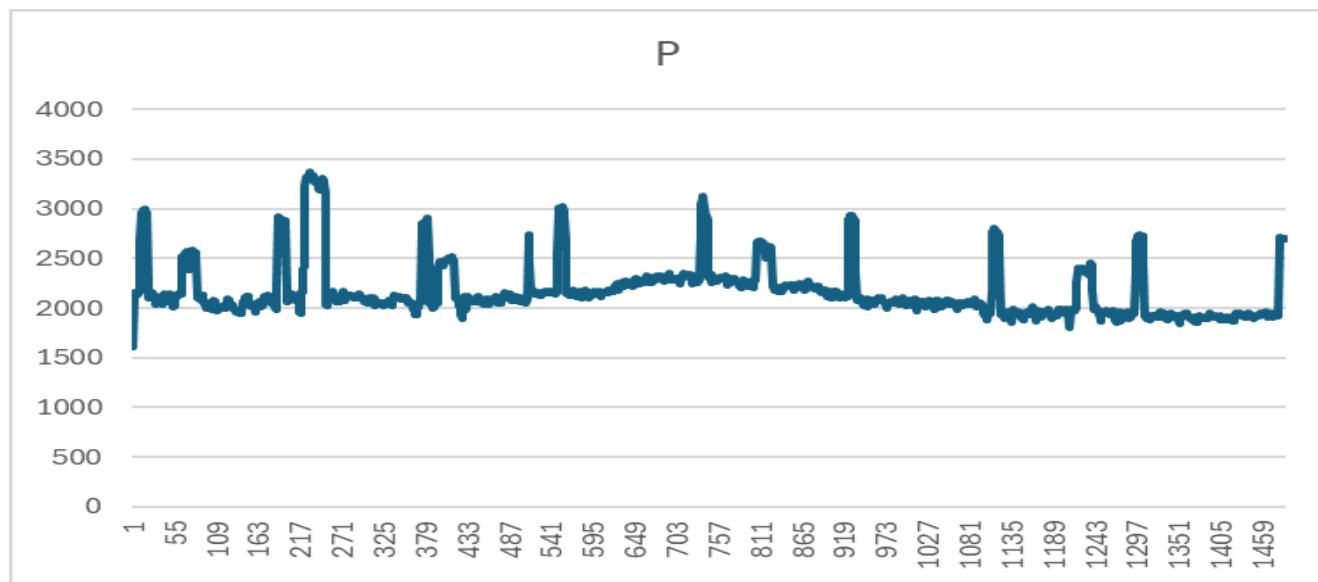


Figura 13: Potencia activa de las cargas instaladas en el CC2.

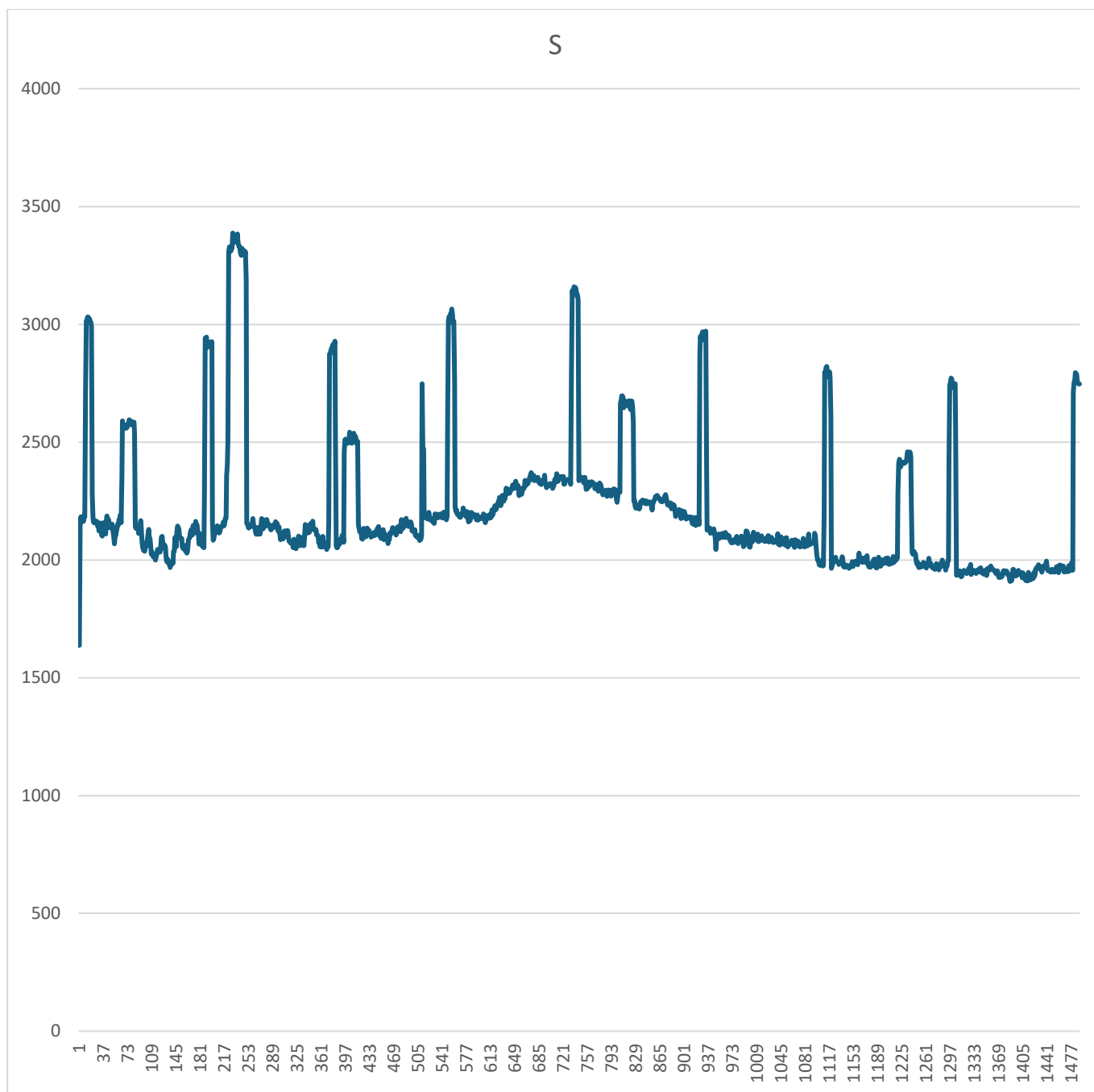


Figura 14: Potencia aparente de las cargas instaladas en el CC2.

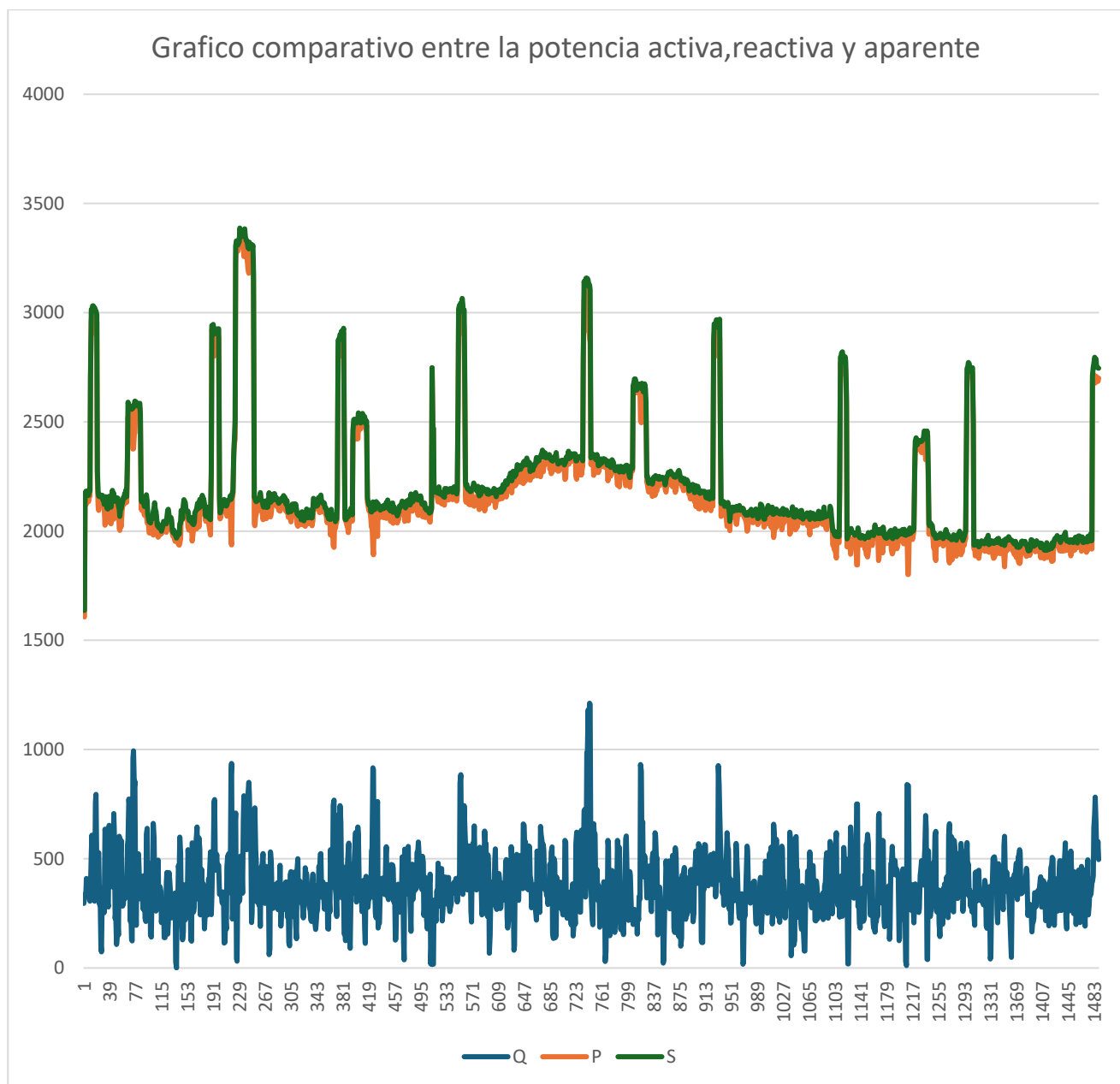


Figura 15: Gráfico comparativo de la potencia activa, reactiva y aparente de las cargas instaladas en el CC2.

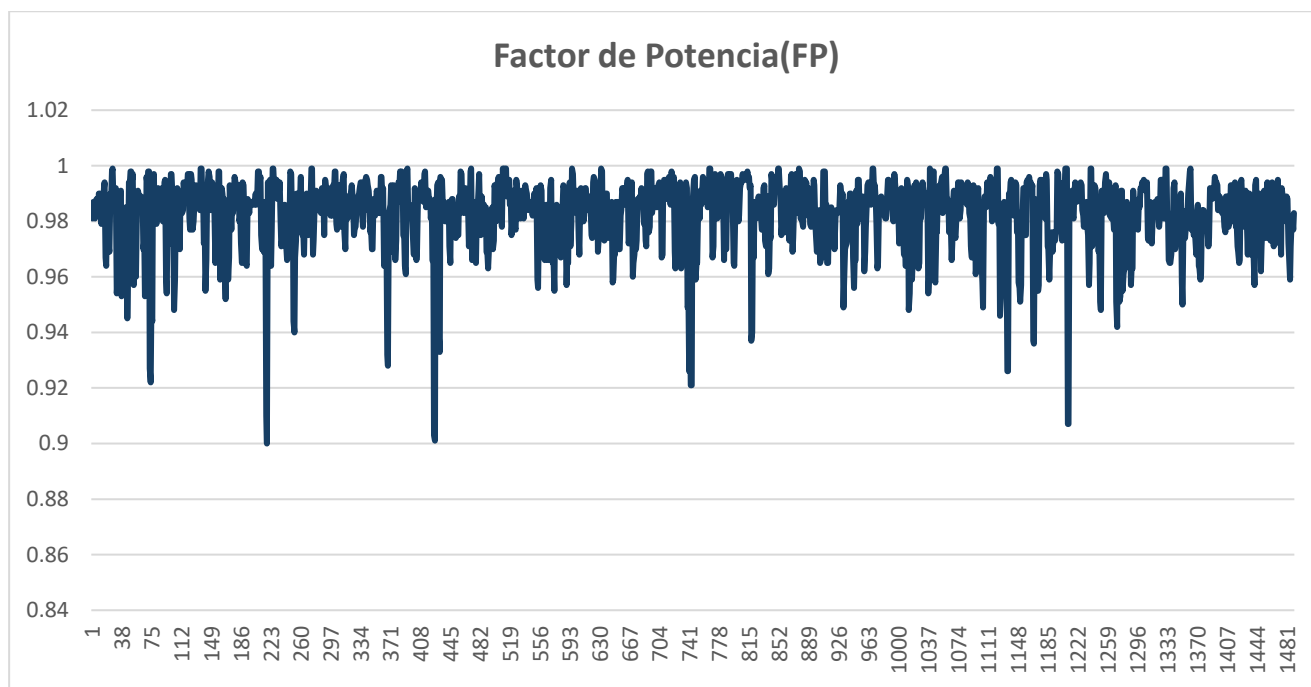


Figura 16: Factor de Potencia medido en el tablero eléctrico del CC2.

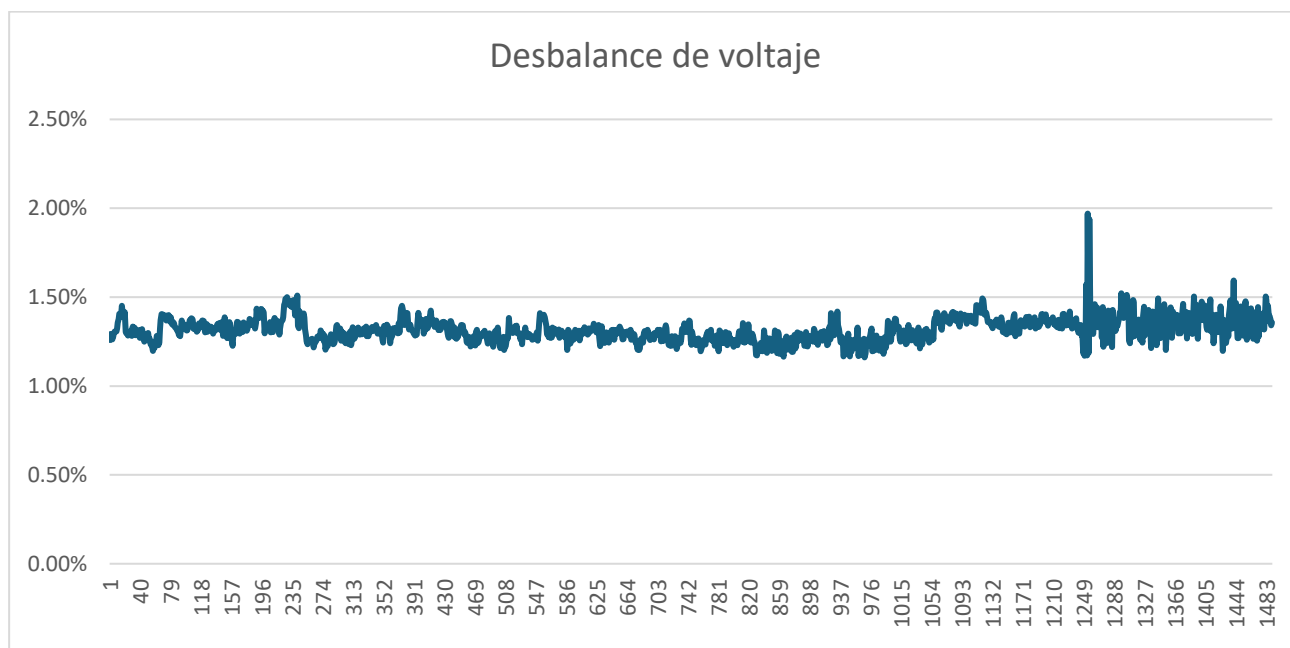


Figura 17: Desbalance de voltajes en el tablero eléctrico del CC2.

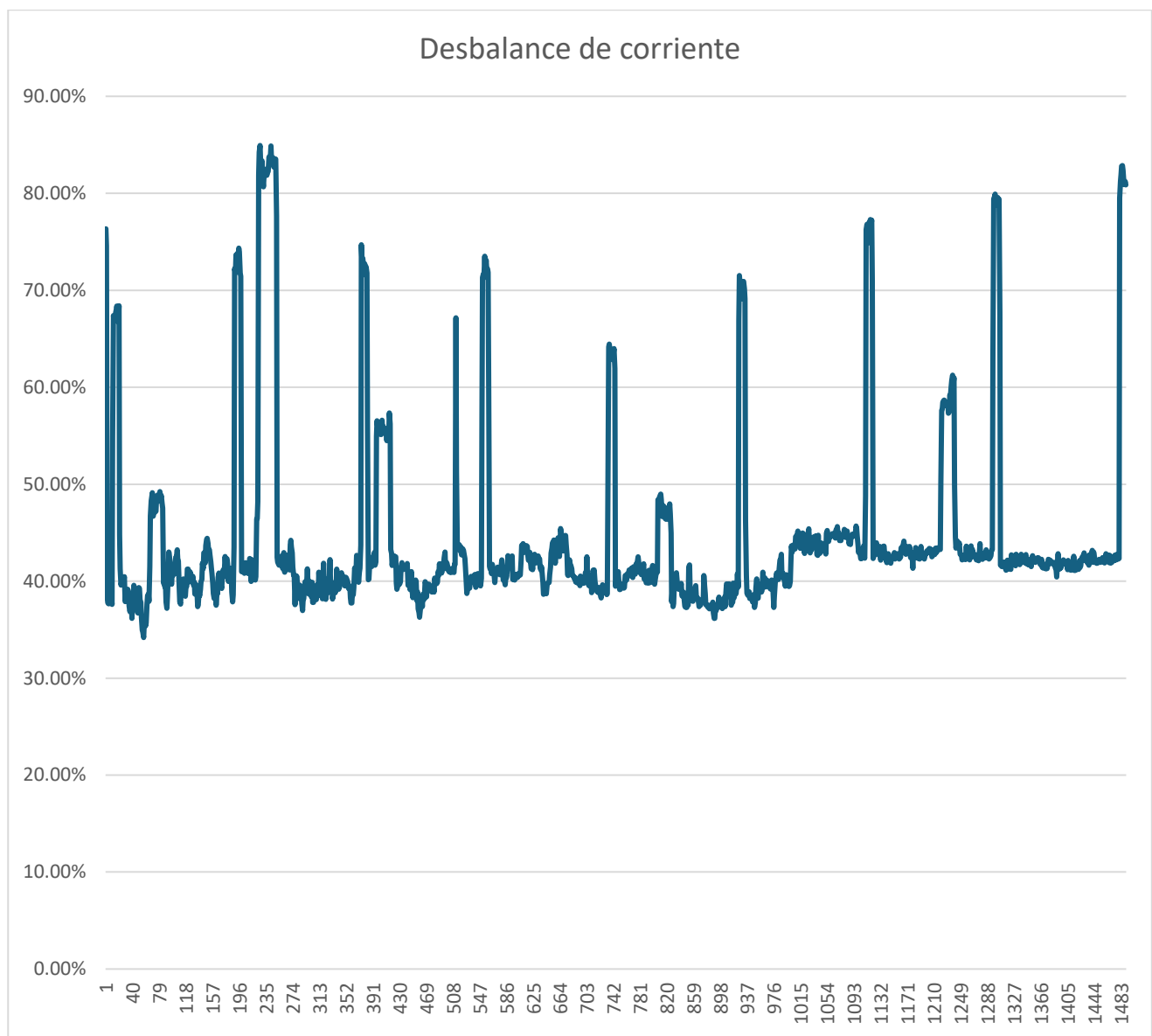


Figura 18: Desbalance de corrientes s en el tablero eléctrico del CC2.

## 7.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La digitalización facilita el análisis detallado de los datos de voltajes, corrientes, potencias y desbalances del tablero eléctrico. Esto permite verificar si los valores medidos están dentro de los parámetros aceptados o si existen desviaciones que deben ser corregidas. La herramienta desarrollada en el proyecto de investigación facilita la realización de un análisis exhaustivo de las variables eléctricas de interés. A continuación, se presenta el análisis detallado:

### Voltajes ( $V_{an}$ , $V_{bn}$ , $V_{cn}$ )

- $V_{an}$ : Los valores de voltaje de la fase A están dentro del rango esperado para un sistema de 120V. No se observan fluctuaciones significativas que puedan indicar problemas.
- $V_{bn}$ : Los valores de voltaje de la fase B también están dentro del rango esperado y son consistentes con los de la fase A.
- $V_{cn}$ : Los valores de voltaje de la fase C son similares a los de las fases A y B, lo que indica un buen equilibrio de voltaje entre las fases.

### Corrientes ( $I_a$ , $I_b$ , $I_c$ )

- $I_a$ : Las corrientes de la fase A muestran variaciones que pueden estar relacionadas con cambios en la carga conectada. No se observan picos anormales que puedan indicar sobrecargas, lo que sugiere un funcionamiento estable y dentro de los parámetros aceptables.
- $I_b$ : Las corrientes de la fase B presentan un patrón en el que, a intervalos regulares, se observan picos de corriente. Inicialmente, esto podría sugerir una anomalía. Sin embargo, al verificar, se identificó que en la fase B está conectado el centro de datos de la regional de ITCA Santa Ana. El sistema de enfriamiento de este centro de datos demanda más energía durante los periodos en los que necesita ajustar la temperatura. Los picos de corriente observados se deben a la corriente de arranque de los ventiladores del sistema de enfriamiento, lo cual es un comportamiento esperado y no indica un problema.
- $I_c$ : Las corrientes de la fase C no presentan valores anómalos y están en línea con las cargas conectadas en esta fase. Esto indica un funcionamiento normal y estable, sin signos de sobrecargas o fluctuaciones inusuales.

### Potencia

- **Factor de Potencia (FP)**: Un Factor de Potencia cercano a 1 es ideal. Los valores observados de alrededor de 0.98 son buenos y están dentro de un rango aceptable.

### Desbalances

- **Desbalance de Voltaje**: Los valores de desbalance de voltaje son bajos, son inferiores al 2% lo que indica un buen equilibrio de voltaje entre las fases.

- **Desbalance de Corriente:** Los valores de desbalance de corriente presentan variaciones, pero no muestran picos significativos que puedan indicar problemas graves. Estas variaciones se deben a que las cargas conectadas fluctúan a lo largo del tiempo, lo que dificulta mantener un desbalance de corriente estable. Durante el periodo observado, se verificó que el desbalance de corriente estaba fuera del parámetro aceptado. Sin embargo, esto se debe a que, en el momento de las mediciones, no se estaba utilizando toda la carga instalada en el Centro de Cómputo 2 (CC2).

### Impacto económico de la implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia

Es importante aclarar que el análisis del impacto económico presentado a continuación se basa en una muestra de 1483 datos capturados en un periodo específico. Si bien esta muestra proporciona una visión preliminar y útil sobre el comportamiento del sistema, para obtener una evaluación más robusta y convincente sería necesario recopilar datos durante un periodo de al menos un año. Esto permitiría considerar variaciones estacionales y otros factores que podrían influir en el rendimiento del sistema.

A modo de ilustración y para proporcionar una idea inicial del impacto económico, se presenta el siguiente análisis basado en la muestra disponible. Este análisis incluye la evaluación de ahorros en el consumo de energía, la reducción de pérdidas y la mejora de la vida útil de los equipos eléctricos, así como las penalizaciones aplicadas por la compañía de servicio eléctrico en función del Factor de Potencia registrado.

Tabla1: Resultados del análisis del impacto económico

| Descripción                                  | Valor                                                               |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Factor de Potencia Promedio (FP)             | 0.98                                                                |
| Porcentaje de tiempo con FP entre 0.75 y 0.9 | 0.00%                                                               |
| Porcentaje de tiempo con FP entre 0.6 y 0.75 | 0.00%                                                               |
| Penalización Total                           | 0.00%                                                               |
| Monto de la Penalización                     | \$0.00 por mes (asumiendo una factura mensual promedio de \$10,000) |

### Interpretación

- **Factor de Potencia Promedio:** El Factor de Potencia promedio de 0.98 indica que el sistema está operando de manera eficiente, muy cerca del valor ideal de 1.0.
- **Penalizaciones:** No se registraron periodos en los que el Factor de Potencia estuviera entre 0.75 y 0.9 o entre 0.6 y 0.75, por lo que no se aplicaron penalizaciones.

### Impacto Económico

Dado que el Factor de Potencia promedio es alto y no se registraron penalizaciones, la implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia ha sido efectiva en mantener un alto nivel de eficiencia energética. Esto se traduce en:

1. **Ahorros en el Consumo de Energía:** Un Factor de Potencia alto reduce el consumo de energía reactiva, lo que disminuye las pérdidas en el sistema y mejora la eficiencia energética.
2. **Reducción de Pérdidas:** Menos energía reactiva implica menos pérdidas en las líneas de transmisión y distribución, lo que contribuye a una operación más eficiente del sistema eléctrico.
3. **Mejora de la Vida Útil de los Equipos:** Un Factor de Potencia alto reduce el estrés en los equipos eléctricos, lo que puede prolongar su vida útil y reducir los costos de mantenimiento y reemplazo.

## 8. CONCLUSIONES

El uso de tecnologías avanzadas de visualización de datos ha permitido un monitoreo y control más eficiente de las variables eléctricas. La integración de un monitor de variables eléctricas basado en LabVIEW y la comunicación con un PLC S7 1200 mediante MODBUS TCP/IP han facilitado la gestión en tiempo real y la toma de decisiones informadas.

El sistema desarrollado no solo ha cumplido con los objetivos técnicos del proyecto, sino que también ha proporcionado una valiosa herramienta didáctica para la formación de estudiantes en el campo de la ingeniería eléctrica. La posibilidad de realizar prácticas relacionadas con la calidad de la energía y la corrección del Factor de Potencia en un entorno real enriquece el proceso educativo y fomenta la investigación aplicada.

La implementación del sistema de corrección del Factor de Potencia ha demostrado ser una inversión valiosa, para eliminar las penalizaciones y mejorando la eficiencia energética del sistema. Esto no solo se traduce en ahorros económicos directos, sino también en una operación más sostenible y confiable del sistema eléctrico.

## 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda replicar el sistema de corrección automática del Factor de Potencia en otras instalaciones de ITCA-FEPADE y en empresas del sector industrial. La implementación de este sistema en diferentes entornos puede contribuir a una mayor eficiencia energética y a la reducción de costos operativos en diversas aplicaciones.

Es fundamental realizar actualizaciones periódicas del software y el hardware del sistema para asegurar su correcto funcionamiento y adaptabilidad a nuevas tecnologías. Además, se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la longevidad y la eficiencia del sistema.

Se sugiere continuar con la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas y algoritmos para la corrección del Factor de Potencia y el monitoreo de variables eléctricas. La integración de inteligencia artificial y aprendizaje automático podría mejorar aún más la precisión y la eficiencia del sistema, abriendo nuevas oportunidades para la innovación en el campo de la ingeniería eléctrica.

## 10. GLOSARIO

**Capacitores.** Dispositivos que almacenan energía eléctrica en forma de campo eléctrico. Se utilizan para corregir el Factor de Potencia en sistemas eléctricos, compensando la potencia reactiva generada por cargas

inductivas y mejorando la eficiencia del sistema.

**Controlador Lógico Programable PLC.** Dispositivo utilizado para automatizar procesos industriales y controlar sistemas eléctricos. En el contexto de la corrección del Factor de Potencia, un PLC puede recibir mediciones de variables eléctricas y ejecutar algoritmos para ajustar automáticamente los dispositivos de corrección.

**Convertidor Boost.** Dispositivo que aumenta el voltaje de entrada a un nivel más alto de salida. Se utiliza en la corrección del Factor de Potencia para regular la tensión de salida y mejorar la eficiencia del sistema eléctrico.

**Desbalance de Corriente.** Diferencia en la corriente entre las fases de un sistema eléctrico trifásico. Un desbalance significativo puede causar pérdidas de energía, calentamiento excesivo y reducir la eficiencia del sistema, además de afectar la vida útil de los equipos.

**Factor de Potencia.** Medida de la eficiencia con la que se utiliza la energía eléctrica en un sistema. Indica la relación entre la potencia activa (que realiza trabajo útil) y la potencia aparente (total consumida). Un Factor de Potencia cercano a 1 significa un uso eficiente de la energía, mientras que un factor bajo indica un mayor consumo de energía reactiva, que no realiza trabajo útil pero genera pérdidas y calentamiento en el sistema.

**Histéresis Adaptativa.** Técnica de control utilizada en convertidores electrónicos para ajustar el ancho de la banda de histéresis según las variaciones del sistema. Esto mejora el rendimiento del convertidor y reduce el estrés en sus componentes, optimizando la corrección del Factor de Potencia.

**Internet de las Cosas (IoT).** Tecnología que permite la interconexión de dispositivos a través de internet, facilitando el monitoreo y control remoto de sistemas eléctricos. En el contexto de la corrección del Factor de Potencia, IoT permite la gestión eficiente y en tiempo real de las variables eléctricas.

**Modbus RS485.** Protocolo de comunicación utilizado para la transmisión de datos entre dispositivos eléctricos, como medidores inteligentes y PLCs. Permite la comunicación en redes industriales, facilitando el monitoreo y control de sistemas eléctricos.

**Potencia Activa.** Energía que realmente realiza trabajo útil en un sistema eléctrico, como mover un motor o iluminar una bombilla. Se mide en vatios (W) y es la componente de la potencia que se convierte en trabajo mecánico, calor o luz.

**Potencia Aparente.** Combinación de la potencia activa y la potencia reactiva en un sistema eléctrico. Se mide en voltamperios (VA) y representa la potencia total que debe suministrar la fuente de energía para mantener el funcionamiento del sistema.

**Potencia Reactiva.** Energía que no realiza trabajo útil, pero es necesaria para mantener los campos eléctricos y magnéticos en el sistema. Se mide en voltamperios reactivos (VAR) y es consumida por dispositivos como motores y transformadores para mantener sus campos magnéticos.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ortea Next, “Sistemas de corrección del Factor de Potencia en baja tensión”, 2021.

[2] A. Gordillo Solano, “Corrección de Factor de Potencia en baja tensión”, Universidad Mayor de San Andrés, 2018.

[3] Electricity & Magnetism, “4 tipos de métodos de corrección de Factor de Potencia eléctrica más comunes”,

2020.

- [4] Gonzaga & Rodriguez Cia. Ltda., “Corrección del Factor de Potencia”, 2021.
- [5] A. R. Gómez, “Cargas eléctricas de CA, cargas no lineales, armónicos y filtros”, YTELECT, 2020.
- [6] A. M. López, “Clasificación de las cargas no lineales”, Cuadros Comparativos, 2019.
- [7] A. M. Gómez, “¿Qué son cargas no lineales, qué problemas generan y que dice la Norma?”, Eléctrica Aplicada, 2018.
- [8] A. R. Pérez, “Tipos de cargas eléctricas”, ScienceAQ, 2018.
- [9] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, “Guía técnica de aplicación: Instalaciones de enlace. Previsión de cargas para suministros en baja tensión”, 2003.
- [10] R. L. Boylestad y L. Nashelsky, \*Introducción al Análisis de Circuitos\*, 12ª ed., Ciudad de México: Pearson Educación, 2016.
- [11] Electricity and Magnetism, Corrección del Factor de Potencia: 4 Métodos Comunes, 2023.
- [12] A. R. Risoul, Normativas en Factor de Potencia con el Código de Red, 2019.
- [13] SIGET, Código de Red, 2011. [En línea]. Disponible en: 2.
- [14] Antech, Recargos en la Factura Bajo Factor de Potencia, 2018.

## 12. ANEXOS

## 12.1. ANEXO 1. MUESTRA DE DATOS CAPTURADOS EN EL TABLERO ELÉCTRICO DEL CC2

| la    | C  | lb     | C  | lc    | C | Q      | C | P        | C | S        | C  | FP    | Column | Desba | Colu   | Desb   | Colu | Column   |
|-------|----|--------|----|-------|---|--------|---|----------|---|----------|----|-------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| 3.685 | lb | 9.65   | lc | 2.672 | Q | 295.62 | P | 1610.886 | S | 1637.686 | FP | 0.983 | DESB V | 1.26% | DESB I | 76.33% | HORA | 10:38:00 |
| 3.776 | lb | 8.976  | lc | 2.674 | Q | 313.55 | P | 1607.431 | S | 1637.632 | FP | 0.981 | DESB V | 1.29% | DESB I | 74.56% | HORA | 10:38:00 |
| 8.52  | lb | 8.935  | lc | 4.4   | Q | 337.81 | P | 2115.968 | S | 2142.764 | FP | 0.987 | DESB V | 1.28% | DESB I | 38.28% | HORA | 10:38:00 |
| 8.129 | lb | 9.192  | lc | 4.535 | Q | 337.5  | P | 2157.27  | S | 2183.271 | FP | 0.987 | DESB V | 1.26% | DESB I | 37.75% | HORA | 10:38:00 |
| 8.94  | lb | 9.52   | lc | 4.497 | Q | 410.16 | P | 2123.502 | S | 2162.752 | FP | 0.981 | DESB V | 1.28% | DESB I | 37.66% | HORA | 10:38:00 |
| 8.168 | lb | 9.14   | lc | 4.471 | Q | 346.34 | P | 2153.973 | S | 2181.639 | FP | 0.987 | DESB V | 1.30% | DESB I | 38.41% | HORA | 10:38:00 |
| 8.253 | lb | 8.96   | lc | 4.46  | Q | 325.32 | P | 2146.44  | S | 2170.561 | FP | 0.988 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.26% | HORA | 10:38:00 |
| 8.158 | lb | 8.993  | lc | 4.465 | Q | 354.14 | P | 2134.666 | S | 2163.843 | FP | 0.986 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.30% | HORA | 10:38:00 |
| 8.254 | lb | 9.117  | lc | 4.493 | Q | 382.92 | P | 2156.828 | S | 2190.556 | FP | 0.984 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.35% | HORA | 10:38:00 |
| 8.205 | lb | 9.87   | lc | 4.54  | Q | 305.49 | P | 2160.52  | S | 2182.11  | FP | 0.99  | DESB V | 1.32% | DESB I | 37.61% | HORA | 10:38:00 |
| 8.226 | lb | 13.556 | lc | 4.498 | Q | 370.88 | P | 2686.478 | S | 2711.957 | FP | 0.99  | DESB V | 1.36% | DESB I | 54.75% | HORA | 10:38:00 |
| 8.272 | lb | 16.72  | lc | 4.46  | Q | 528.28 | P | 2967.678 | S | 3014.332 | FP | 0.984 | DESB V | 1.38% | DESB I | 67.40% | HORA | 10:38:00 |
| 8.36  | lb | 15.99  | lc | 4.383 | Q | 607.66 | P | 2952.782 | S | 3014.659 | FP | 0.979 | DESB V | 1.41% | DESB I | 66.94% | HORA | 10:38:00 |
| 8.496 | lb | 16.13  | lc | 4.28  | Q | 535.15 | P | 2983.304 | S | 3030.921 | FP | 0.984 | DESB V | 1.41% | DESB I | 66.86% | HORA | 10:38:00 |
| 8.414 | lb | 16.92  | lc | 4.309 | Q | 582.12 | P | 2974.807 | S | 3031.227 | FP | 0.981 | DESB V | 1.39% | DESB I | 67.54% | HORA | 10:38:00 |
| 8.331 | lb | 16.31  | lc | 4.264 | Q | 360.88 | P | 2992.698 | S | 3014.379 | FP | 0.992 | DESB V | 1.45% | DESB I | 68.00% | HORA | 10:38:00 |
| 8.343 | lb | 16.83  | lc | 4.232 | Q | 305.69 | P | 3007.308 | S | 3022.805 | FP | 0.994 | DESB V | 1.42% | DESB I | 68.36% | HORA | 10:38:00 |
| 8.321 | lb | 16.2   | lc | 4.288 | Q | 758.99 | P | 2914.141 | S | 3011.358 | FP | 0.967 | DESB V | 1.40% | DESB I | 67.79% | HORA | 10:38:00 |
| 8.371 | lb | 15.909 | lc | 4.344 | Q | 794.87 | P | 2900.76  | S | 3007.695 | FP | 0.964 | DESB V | 1.39% | DESB I | 66.73% | HORA | 10:38:00 |
| 8.239 | lb | 15.911 | lc | 4.193 | Q | 455.64 | P | 2957.6   | S | 2991.904 | FP | 0.988 | DESB V | 1.42% | DESB I | 68.41% | HORA | 10:38:00 |
| 8.209 | lb | 9.886  | lc | 4.145 | Q | 418.18 | P | 2237.536 | S | 2276.279 | FP | 0.982 | DESB V | 1.30% | DESB I | 44.80% | HORA | 10:38:00 |
| 8.122 | lb | 9.108  | lc | 4.195 | Q | 517.47 | P | 2111.753 | S | 2174.129 | FP | 0.971 | DESB V | 1.30% | DESB I | 41.26% | HORA | 10:38:00 |
| 8.111 | lb | 9.9    | lc | 4.315 | Q | 527.16 | P | 2095.404 | S | 2160.699 | FP | 0.969 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.60% | HORA | 10:38:00 |
| 8.113 | lb | 8.973  | lc | 4.28  | Q | 290.39 | P | 2137.509 | S | 2157.144 | FP | 0.99  | DESB V | 1.28% | DESB I | 39.90% | HORA | 10:38:00 |
| 8.15  | lb | 9.15   | lc | 4.318 | Q | 349.95 | P | 2138.88  | S | 2166.537 | FP | 0.986 | DESB V | 1.29% | DESB I | 39.70% | HORA | 10:38:00 |
| 8.193 | lb | 8.885  | lc | 4.232 | Q | 103.56 | P | 2154.539 | S | 2157.27  | FP | 0.998 | DESB V | 1.30% | DESB I | 40.42% | HORA | 10:38:00 |
| 8.19  | lb | 8.949  | lc | 4.301 | Q | 73.369 | P | 2162.755 | S | 2163.999 | FP | 0.999 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.82% | HORA | 10:38:00 |
| 8.89  | lb | 9.46   | lc | 4.279 | Q | 353.26 | P | 2134.2   | S | 2163.61  | FP | 0.986 | DESB V | 1.31% | DESB I | 40.47% | HORA | 10:38:00 |
| 8.95  | lb | 8.876  | lc | 4.503 | Q | 336.98 | P | 2116.208 | S | 2142.87  | FP | 0.987 | DESB V | 1.28% | DESB I | 37.89% | HORA | 10:38:00 |
| 8.36  | lb | 8.993  | lc | 4.406 | Q | 364.76 | P | 2118.138 | S | 2149.315 | FP | 0.985 | DESB V | 1.34% | DESB I | 38.34% | HORA | 10:38:00 |
| 7.828 | lb | 8.98   | lc | 4.371 | Q | 252.48 | P | 2107.614 | S | 2122.683 | FP | 0.992 | DESB V | 1.29% | DESB I | 38.86% | HORA | 10:38:00 |
| 7.8   | lb | 9.14   | lc | 4.364 | Q | 634.91 | P | 2027.745 | S | 2124.819 | FP | 0.954 | DESB V | 1.33% | DESB I | 38.17% | HORA | 10:38:00 |
| 8.56  | lb | 9.28   | lc | 4.346 | Q | 611.69 | P | 2069.19  | S | 2157.546 | FP | 0.958 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.16% | HORA | 10:38:00 |
| 8.131 | lb | 8.854  | lc | 4.342 | Q | 406.48 | P | 2106.808 | S | 2145.58  | FP | 0.981 | DESB V | 1.29% | DESB I | 38.91% | HORA | 10:38:00 |
| 7.782 | lb | 8.862  | lc | 4.386 | Q | 295.73 | P | 2084.551 | S | 2105.424 | FP | 0.99  | DESB V | 1.31% | DESB I | 37.43% | HORA | 10:38:00 |
| 7.702 | lb | 8.913  | lc | 4.43  | Q | 296.89 | P | 2080.195 | S | 2101.274 | FP | 0.989 | DESB V | 1.30% | DESB I | 36.85% | HORA | 10:38:00 |
| 8.99  | lb | 8.825  | lc | 4.467 | Q | 279.49 | P | 2119.418 | S | 2137.767 | FP | 0.991 | DESB V | 1.30% | DESB I | 37.34% | HORA | 10:38:00 |
| 8.199 | lb | 8.888  | lc | 4.43  | Q | 652.88 | P | 2057.376 | S | 2158.483 | FP | 0.953 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.23% | HORA | 10:38:00 |
| 7.936 | lb | 8.852  | lc | 4.537 | Q | 589.4  | P | 2039.341 | S | 2122.807 | FP | 0.96  | DESB V | 1.27% | DESB I | 36.17% | HORA | 10:38:00 |
| 7.906 | lb | 8.776  | lc | 4.375 | Q | 589.4  | P | 2039.341 | S | 2122.807 | FP | 0.96  | DESB V | 1.27% | DESB I | 37.67% | HORA | 10:38:00 |
| 8.48  | lb | 8.698  | lc | 4.334 | Q | 561.11 | P | 2033.542 | S | 2109.534 | FP | 0.963 | DESB V | 1.30% | DESB I | 37.67% | HORA | 10:38:00 |
| 8.48  | lb | 8.698  | lc | 4.334 | Q | 459.73 | P | 2119.671 | S | 2168.953 | FP | 0.977 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.56% | HORA | 10:38:00 |
| 8.607 | lb | 8.718  | lc | 4.437 | Q | 371.47 | P | 2154.571 | S | 2186.287 | FP | 0.985 | DESB V | 1.30% | DESB I | 38.83% | HORA | 10:38:00 |
| 8.259 | lb | 8.773  | lc | 4.432 | Q | 404.37 | P | 2112.707 | S | 2151.57  | FP | 0.982 | DESB V | 1.29% | DESB I | 38.51% | HORA | 10:38:00 |
| 8.411 | lb | 8.8    | lc | 4.378 | Q | 706.97 | P | 2054.574 | S | 2172.805 | FP | 0.945 | DESB V | 1.25% | DESB I | 39.16% | HORA | 10:38:00 |
| 8.333 | lb | 8.68   | lc | 4.462 | Q | 613.18 | P | 2059.459 | S | 2148.806 | FP | 0.958 | DESB V | 1.29% | DESB I | 37.67% | HORA | 10:38:00 |
| 8.228 | lb | 8.676  | lc | 4.513 | Q | 225.61 | P | 2124.842 | S | 2136.785 | FP | 0.994 | DESB V | 1.27% | DESB I | 36.78% | HORA | 10:38:00 |
| 8.412 | lb | 8.576  | lc | 4.541 | Q | 254.81 | P | 2131.924 | S | 2147.98  | FP | 0.992 | DESB V | 1.28% | DESB I | 36.72% | HORA | 10:38:00 |
| 8.376 | lb | 8.646  | lc | 4.315 | Q | 108.14 | P | 2147.4   | S | 2150.114 | FP | 0.998 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.33% | HORA | 10:38:00 |
| 8.363 | lb | 8.681  | lc | 4.348 | Q | 133.5  | P | 2148.626 | S | 2152.77  | FP | 0.998 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.26% | HORA | 10:38:00 |
| 8.374 | lb | 8.64   | lc | 4.423 | Q | 200.66 | P | 2140.239 | S | 2149.625 | FP | 0.995 | DESB V | 1.26% | DESB I | 38.10% | HORA | 10:38:00 |
| 8.127 | lb | 8.605  | lc | 4.44  | Q | 150.24 | P | 2111.382 | S | 2116.721 | FP | 0.997 | DESB V | 1.27% | DESB I | 37.81% | HORA | 10:38:00 |
| 7.892 | lb | 8.705  | lc | 4.476 | Q | 603.2  | P | 2012.587 | S | 2100.985 | FP | 0.957 | DESB V | 1.23% | DESB I | 36.27% | HORA | 10:38:00 |

|       |    |        |    |       |   |        |   |          |   |          |    |       |        |       |        |        |      |          |
|-------|----|--------|----|-------|---|--------|---|----------|---|----------|----|-------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| 7.746 | lb | 8.591  | lc | 4.523 | Q | 513.17 | P | 2003.253 | S | 2067.937 | FP | 0.968 | DESB V | 1.25% | DESB I | 34.95% | HORA | 10:39:00 |
| 7.966 | lb | 8.672  | lc | 4.624 | Q | 523.48 | P | 2039.103 | S | 2105.225 | FP | 0.968 | DESB V | 1.22% | DESB I | 34.76% | HORA | 10:39:00 |
| 7.981 | lb | 8.639  | lc | 4.671 | Q | 583.48 | P | 2020.299 | S | 2102.867 | FP | 0.96  | DESB V | 1.20% | DESB I | 34.19% | HORA | 10:39:00 |
| 8.169 | lb | 8.623  | lc | 4.591 | Q | 371.24 | P | 2089.908 | S | 2122.625 | FP | 0.984 | DESB V | 1.23% | DESB I | 35.58% | HORA | 10:39:00 |
| 8.165 | lb | 8.711  | lc | 4.56  | Q | 282.97 | P | 2113.761 | S | 2132.617 | FP | 0.991 | DESB V | 1.21% | DESB I | 36.17% | HORA | 10:39:00 |
| 8.317 | lb | 8.722  | lc | 4.677 | Q | 293.49 | P | 2132.968 | S | 2153.65  | FP | 0.99  | DESB V | 1.25% | DESB I | 35.38% | HORA | 10:39:00 |
| 8.376 | lb | 8.629  | lc | 4.639 | Q | 333.57 | P | 2122.818 | S | 2148.867 | FP | 0.987 | DESB V | 1.25% | DESB I | 35.70% | HORA | 10:39:00 |
| 8.515 | lb | 8.685  | lc | 4.506 | Q | 328.42 | P | 2147.822 | S | 2172.786 | FP | 0.988 | DESB V | 1.28% | DESB I | 37.72% | HORA | 10:39:00 |
| 8.541 | lb | 8.607  | lc | 4.421 | Q | 319.88 | P | 2141.681 | S | 2165.438 | FP | 0.989 | DESB V | 1.27% | DESB I | 38.51% | HORA | 10:39:00 |
| 8.507 | lb | 8.858  | lc | 4.462 | Q | 374.99 | P | 2158.83  | S | 2191.156 | FP | 0.985 | DESB V | 1.23% | DESB I | 38.67% | HORA | 10:39:00 |
| 8.391 | lb | 8.684  | lc | 4.454 | Q | 333.48 | P | 2131.903 | S | 2157.828 | FP | 0.987 | DESB V | 1.24% | DESB I | 37.93% | HORA | 10:39:00 |
| 8.419 | lb | 10.277 | lc | 4.525 | Q | 563.76 | P | 2281.602 | S | 2350.221 | FP | 0.97  | DESB V | 1.32% | DESB I | 41.54% | HORA | 10:39:00 |
| 8.558 | lb | 12.182 | lc | 4.477 | Q | 588.23 | P | 2522.34  | S | 2589.975 | FP | 0.973 | DESB V | 1.37% | DESB I | 46.73% | HORA | 10:39:00 |
| 8.2   | lb | 12.366 | lc | 4.449 | Q | 773.36 | P | 2450.879 | S | 2569.998 | FP | 0.953 | DESB V | 1.41% | DESB I | 48.29% | HORA | 10:39:00 |
| 8.164 | lb | 12.43  | lc | 4.485 | Q | 743.37 | P | 2464.178 | S | 2573.863 | FP | 0.957 | DESB V | 1.41% | DESB I | 48.69% | HORA | 10:39:00 |
| 8.198 | lb | 12.364 | lc | 4.313 | Q | 213.95 | P | 2561.655 | S | 2570.574 | FP | 0.996 | DESB V | 1.39% | DESB I | 49.11% | HORA | 10:39:00 |
| 8.323 | lb | 12.214 | lc | 4.44  | Q | 284.26 | P | 2551.176 | S | 2566.963 | FP | 0.993 | DESB V | 1.39% | DESB I | 46.70% | HORA | 10:39:00 |
| 8.242 | lb | 12.218 | lc | 4.315 | Q | 129.89 | P | 2554.889 | S | 2558.189 | FP | 0.998 | DESB V | 1.40% | DESB I | 47.95% | HORA | 10:39:00 |
| 8.341 | lb | 12.233 | lc | 4.325 | Q | 124.21 | P | 2569.171 | S | 2572.172 | FP | 0.998 | DESB V | 1.40% | DESB I | 47.89% | HORA | 10:39:00 |
| 8.334 | lb | 12.171 | lc | 4.387 | Q | 959.7  | P | 2375.889 | S | 2562.395 | FP | 0.927 | DESB V | 1.37% | DESB I | 47.13% | HORA | 10:39:00 |
| 8.399 | lb | 12.228 | lc | 4.403 | Q | 994.35 | P | 2377.251 | S | 2576.829 | FP | 0.922 | DESB V | 1.39% | DESB I | 47.23% | HORA | 10:39:00 |
| 8.468 | lb | 12.179 | lc | 4.267 | Q | 824.76 | P | 2443.752 | S | 2579.175 | FP | 0.947 | DESB V | 1.38% | DESB I | 48.62% | HORA | 10:39:00 |
| 8.511 | lb | 12.279 | lc | 4.271 | Q | 855.27 | P | 2449.684 | S | 2594.695 | FP | 0.944 | DESB V | 1.40% | DESB I | 48.87% | HORA | 10:39:00 |
| 8.495 | lb | 12.269 | lc | 4.288 | Q | 289.11 | P | 2576.624 | S | 2592.793 | FP | 0.993 | DESB V | 1.37% | DESB I | 48.65% | HORA | 10:39:00 |
| 8.382 | lb | 12.354 | lc | 4.322 | Q | 194.84 | P | 2582.618 | S | 2589.957 | FP | 0.997 | DESB V | 1.36% | DESB I | 48.26% | HORA | 10:39:00 |
| 8.264 | lb | 12.338 | lc | 4.268 | Q | 494.18 | P | 2525.849 | S | 2573.739 | FP | 0.981 | DESB V | 1.39% | DESB I | 48.83% | HORA | 10:39:00 |
| 8.254 | lb | 12.349 | lc | 4.256 | Q | 462.74 | P | 2531.53  | S | 2573.474 | FP | 0.983 | DESB V | 1.35% | DESB I | 49.23% | HORA | 10:39:00 |
| 8.326 | lb | 12.29  | lc | 4.267 | Q | 522.49 | P | 2520.286 | S | 2573.876 | FP | 0.979 | DESB V | 1.35% | DESB I | 48.55% | HORA | 10:39:00 |
| 8.295 | lb | 12.416 | lc | 4.314 | Q | 466.18 | P | 2541.379 | S | 2583.783 | FP | 0.983 | DESB V | 1.36% | DESB I | 48.84% | HORA | 10:39:00 |
| 8.416 | lb | 12.292 | lc | 4.342 | Q | 316.78 | P | 2565.461 | S | 2584.944 | FP | 0.992 | DESB V | 1.35% | DESB I | 48.00% | HORA | 10:39:00 |
| 8.216 | lb | 12.62  | lc | 4.345 | Q | 338.22 | P | 2512.83  | S | 2534.75  | FP | 0.991 | DESB V | 1.33% | DESB I | 47.54% | HORA | 10:39:00 |
| 8.79  | lb | 8.875  | lc | 4.256 | Q | 396.16 | P | 2105.393 | S | 2142.34  | FP | 0.982 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.80% | HORA | 10:39:00 |
| 8.6   | lb | 8.878  | lc | 4.227 | Q | 410.31 | P | 2094.4   | S | 2133.86  | FP | 0.981 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.93% | HORA | 10:39:00 |
| 7.923 | lb | 9.66   | lc | 4.3   | Q | 337.8  | P | 2118.76  | S | 2144.845 | FP | 0.987 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.40% | HORA | 10:39:00 |
| 8.74  | lb | 8.875  | lc | 4.319 | Q | 268.98 | P | 2124.18  | S | 2140.982 | FP | 0.992 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.73% | HORA | 10:39:00 |
| 7.935 | lb | 8.989  | lc | 4.422 | Q | 422.77 | P | 2094.809 | S | 2137.45  | FP | 0.98  | DESB V | 1.29% | DESB I | 37.85% | HORA | 10:39:00 |
| 7.745 | lb | 8.965  | lc | 4.424 | Q | 408.17 | P | 2072.25  | S | 2112.65  | FP | 0.981 | DESB V | 1.29% | DESB I | 37.19% | HORA | 10:39:00 |
| 7.952 | lb | 8.989  | lc | 4.375 | Q | 227.56 | P | 2127.7   | S | 2139.208 | FP | 0.994 | DESB V | 1.28% | DESB I | 38.42% | HORA | 10:39:00 |
| 7.978 | lb | 8.977  | lc | 4.157 | Q | 212.36 | P | 2130.53  | S | 2141.87  | FP | 0.995 | DESB V | 1.33% | DESB I | 40.93% | HORA | 10:39:00 |
| 8.173 | lb | 8.991  | lc | 4.26  | Q | 612.99 | P | 2077.537 | S | 2166.83  | FP | 0.959 | DESB V | 1.37% | DESB I | 43.00% | HORA | 10:39:00 |
| 7.992 | lb | 8.922  | lc | 4.23  | Q | 638.96 | P | 2037.873 | S | 2135.694 | FP | 0.954 | DESB V | 1.32% | DESB I | 42.35% | HORA | 10:39:00 |
| 7.566 | lb | 8.855  | lc | 4.29  | Q | 371.38 | P | 2044.445 | S | 2077.902 | FP | 0.983 | DESB V | 1.35% | DESB I | 40.89% | HORA | 10:39:00 |
| 7.482 | lb | 8.769  | lc | 4.72  | Q | 367.45 | P | 2024.397 | S | 2057.475 | FP | 0.983 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.89% | HORA | 10:39:00 |
| 7.338 | lb | 8.775  | lc | 4.55  | Q | 444.44 | P | 1992.19  | S | 2041.77  | FP | 0.976 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.68% | HORA | 10:39:00 |
| 7.481 | lb | 8.686  | lc | 3.946 | Q | 479.53 | P | 1990.501 | S | 2047.449 | FP | 0.972 | DESB V | 1.34% | DESB I | 41.15% | HORA | 10:39:00 |
| 7.386 | lb | 8.697  | lc | 3.97  | Q | 149.83 | P | 2031.274 | S | 2036.792 | FP | 0.997 | DESB V | 1.31% | DESB I | 40.61% | HORA | 10:39:00 |
| 7.662 | lb | 8.603  | lc | 3.959 | Q | 141.85 | P | 2053.933 | S | 2058.826 | FP | 0.997 | DESB V | 1.31% | DESB I | 41.27% | HORA | 10:39:00 |
| 7.518 | lb | 8.712  | lc | 3.993 | Q | 298.12 | P | 2033.101 | S | 2054.842 | FP | 0.989 | DESB V | 1.33% | DESB I | 40.76% | HORA | 10:39:00 |
| 7.657 | lb | 8.69   | lc | 3.929 | Q | 317.93 | P | 2045.573 | S | 2070.131 | FP | 0.988 | DESB V | 1.34% | DESB I | 41.86% | HORA | 10:39:00 |
| 7.777 | lb | 8.743  | lc | 3.919 | Q | 661.93 | P | 1981.921 | S | 2089.535 | FP | 0.948 | DESB V | 1.37% | DESB I | 42.48% | HORA | 10:39:00 |
| 7.976 | lb | 8.682  | lc | 3.954 | Q | 596.48 | P | 2020.123 | S | 2106.345 | FP | 0.959 | DESB V | 1.36% | DESB I | 42.45% | HORA | 10:39:00 |
| 8.102 | lb | 8.762  | lc | 3.935 | Q | 417.49 | P | 2088.547 | S | 2129.865 | FP | 0.98  | DESB V | 1.38% | DESB I | 43.24% | HORA | 10:39:00 |
| 7.896 | lb | 8.672  | lc | 3.954 | Q | 360.51 | P | 2063.538 | S | 2094.793 | FP | 0.985 | DESB V | 1.38% | DESB I | 42.19% | HORA | 10:39:00 |
| 7.767 | lb | 8.773  | lc | 3.954 | Q | 260.93 | P | 2074.548 | S | 2090.893 | FP | 0.992 | DESB V | 1.37% | DESB I | 42.12% | HORA | 10:39:00 |
| 7.558 | lb | 8.657  | lc | 4.104 | Q | 351.42 | P | 2022.245 | S | 2052.552 | FP | 0.985 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.41% | HORA | 10:39:00 |
| 7.315 | lb | 8.676  | lc | 4.177 | Q | 411.2  | P | 1982.466 | S | 2024.662 | FP | 0.979 | DESB V | 1.34% | DESB I | 37.86% | HORA | 10:39:00 |
| 7.412 | lb | 8.649  | lc | 4.214 | Q | 493.64 | P | 1972.34  | S | 2033.177 | FP | 0.97  | DESB V | 1.33% | DESB I | 37.65% | HORA | 10:39:00 |
| 7.319 | lb | 8.602  | lc | 4.59  | Q | 293.29 | P | 1996.62  | S | 2017.494 | FP | 0.989 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.48% | HORA | 10:39:00 |
| 7.227 | lb | 8.652  | lc | 4.77  | Q | 285.71 | P | 1991.709 | S | 2012.97  | FP | 0.989 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.71% | HORA | 10:39:00 |
| 7.288 | lb | 8.64   | lc | 4.28  | Q | 370.43 | P | 1983.549 | S | 2017.843 | FP | 0.983 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.45% | HORA | 10:39:00 |

|       |    |       |    |       |   |        |   |          |   |          |    |       |        |       |        |        |      |          |
|-------|----|-------|----|-------|---|--------|---|----------|---|----------|----|-------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| 7.233 | lb | 8.717 | lc | 3.985 | Q | 350.9  | P | 1989.307 | S | 2020.19  | FP | 0.984 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.23% | HORA | 10:40:00 |
| 7.162 | lb | 8.616 | lc | 4.61  | Q | 208.34 | P | 1989.91  | S | 1999.972 | FP | 0.994 | DESB V | 1.35% | DESB I | 38.59% | HORA | 10:40:00 |
| 7.279 | lb | 8.609 | lc | 4.63  | Q | 277.17 | P | 1993.919 | S | 2013.7   | FP | 0.99  | DESB V | 1.34% | DESB I | 38.90% | HORA | 10:40:00 |
| 7.332 | lb | 8.626 | lc | 4.119 | Q | 313.77 | P | 1997.662 | S | 2022.154 | FP | 0.987 | DESB V | 1.34% | DESB I | 38.44% | HORA | 10:40:00 |
| 7.461 | lb | 8.691 | lc | 4.94  | Q | 284.96 | P | 2024.213 | S | 2044.173 | FP | 0.99  | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.33% | HORA | 10:40:00 |
| 7.481 | lb | 8.623 | lc | 4.7   | Q | 138.96 | P | 2034.393 | S | 2039.133 | FP | 0.99  | DESB V | 1.37% | DESB I | 39.47% | HORA | 10:40:00 |
| 7.425 | lb | 8.646 | lc | 3.914 | Q | 138.96 | P | 2034.393 | S | 2039.133 | FP | 0.997 | DESB V | 1.37% | DESB I | 41.24% | HORA | 10:40:00 |
| 7.425 | lb | 8.646 | lc | 3.914 | Q | 156.12 | P | 2028.632 | S | 2034.631 | FP | 0.997 | DESB V | 1.36% | DESB I | 41.24% | HORA | 10:40:00 |
| 7.417 | lb | 8.639 | lc | 3.969 | Q | 393.88 | P | 1994.688 | S | 2033.204 | FP | 0.981 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.53% | HORA | 10:40:00 |
| 7.695 | lb | 8.6   | lc | 4.79  | Q | 436.89 | P | 2015.968 | S | 2062.764 | FP | 0.977 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.94% | HORA | 10:40:00 |
| 7.847 | lb | 8.733 | lc | 4.63  | Q | 154.9  | P | 2090.927 | S | 2096.657 | FP | 0.997 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.95% | HORA | 10:40:00 |
| 7.899 | lb | 8.713 | lc | 4.101 | Q | 203.7  | P | 2089.777 | S | 2099.682 | FP | 0.995 | DESB V | 1.35% | DESB I | 40.60% | HORA | 10:40:00 |
| 7.793 | lb | 8.574 | lc | 4.72  | Q | 435.7  | P | 2023.407 | S | 2069.786 | FP | 0.977 | DESB V | 1.31% | DESB I | 40.22% | HORA | 10:40:00 |
| 7.482 | lb | 8.725 | lc | 4.53  | Q | 405.59 | P | 2009.971 | S | 2050.485 | FP | 0.98  | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.98% | HORA | 10:40:00 |
| 7.538 | lb | 8.657 | lc | 4.7   | Q | 342.96 | P | 2019.765 | S | 2048.675 | FP | 0.985 | DESB V | 1.33% | DESB I | 40.49% | HORA | 10:40:00 |
| 7.458 | lb | 8.844 | lc | 4.11  | Q | 295.4  | P | 2041.424 | S | 2062.686 | FP | 0.989 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.59% | HORA | 10:40:00 |
| 7.41  | lb | 8.784 | lc | 4.56  | Q | 228.99 | P | 2037.836 | S | 2050.661 | FP | 0.993 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.91% | HORA | 10:40:00 |
| 7.128 | lb | 8.66  | lc | 4.57  | Q | 239.81 | P | 1987.194 | S | 2001.612 | FP | 0.992 | DESB V | 1.33% | DESB I | 38.67% | HORA | 10:40:00 |
| 7.152 | lb | 8.572 | lc | 4.4   | Q | 258.54 | P | 1976.533 | S | 1993.37  | FP | 0.991 | DESB V | 1.33% | DESB I | 38.67% | HORA | 10:40:00 |
| 7.138 | lb | 8.678 | lc | 3.984 | Q | 254.73 | P | 1988.218 | S | 2004.386 | FP | 0.991 | DESB V | 1.29% | DESB I | 39.64% | HORA | 10:40:00 |
| 7.38  | lb | 8.667 | lc | 4.33  | Q | 300.87 | P | 1968.783 | S | 1991.64  | FP | 0.988 | DESB V | 1.32% | DESB I | 38.70% | HORA | 10:40:00 |
| 7.16  | lb | 8.616 | lc | 4.124 | Q | 343.81 | P | 1953.357 | S | 1983.384 | FP | 0.984 | DESB V | 1.31% | DESB I | 37.38% | HORA | 10:40:00 |
| 7.6   | lb | 8.623 | lc | 4.106 | Q | 27.26  | P | 1980.561 | S | 1980.749 | FP | 0.999 | DESB V | 1.31% | DESB I | 37.58% | HORA | 10:40:00 |
| 6.953 | lb | 8.571 | lc | 3.97  | Q | 0.406  | P | 1967.788 | S | 1967.788 | FP | 0.999 | DESB V | 1.32% | DESB I | 38.91% | HORA | 10:40:00 |
| 7.25  | lb | 8.601 | lc | 4.32  | Q | 309.51 | P | 1956.443 | S | 1980.774 | FP | 0.987 | DESB V | 1.34% | DESB I | 38.47% | HORA | 10:40:00 |
| 7.96  | lb | 8.531 | lc | 3.978 | Q | 317.6  | P | 1955.727 | S | 1981.347 | FP | 0.987 | DESB V | 1.35% | DESB I | 39.13% | HORA | 10:40:00 |
| 7.112 | lb | 8.635 | lc | 3.942 | Q | 468.56 | P | 1939.88  | S | 1995.665 | FP | 0.972 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.94% | HORA | 10:40:00 |
| 7.117 | lb | 8.542 | lc | 3.9   | Q | 438.99 | P | 1936.147 | S | 1985.291 | FP | 0.975 | DESB V | 1.35% | DESB I | 40.18% | HORA | 10:40:00 |
| 7.202 | lb | 8.869 | lc | 3.863 | Q | 599.11 | P | 1944.19  | S | 2034.242 | FP | 0.955 | DESB V | 1.32% | DESB I | 41.86% | HORA | 10:40:00 |
| 7.333 | lb | 8.759 | lc | 3.914 | Q | 526.47 | P | 1967.384 | S | 2036.608 | FP | 0.966 | DESB V | 1.34% | DESB I | 41.30% | HORA | 10:40:00 |
| 7.654 | lb | 8.929 | lc | 3.897 | Q | 328.75 | P | 2069.494 | S | 2095.443 | FP | 0.987 | DESB V | 1.36% | DESB I | 42.91% | HORA | 10:40:00 |
| 7.654 | lb | 8.78  | lc | 3.866 | Q | 187.4  | P | 2069.33  | S | 2077.798 | FP | 0.995 | DESB V | 1.33% | DESB I | 42.87% | HORA | 10:40:00 |
| 7.659 | lb | 8.595 | lc | 3.905 | Q | 129.57 | P | 2052.521 | S | 2056.607 | FP | 0.998 | DESB V | 1.28% | DESB I | 41.89% | HORA | 10:40:00 |
| 7.96  | lb | 8.817 | lc | 3.878 | Q | 165.74 | P | 2113.421 | S | 2119.911 | FP | 0.996 | DESB V | 1.30% | DESB I | 43.67% | HORA | 10:40:00 |
| 8.124 | lb | 8.852 | lc | 3.869 | Q | 381.12 | P | 2108.879 | S | 2143.41  | FP | 0.984 | DESB V | 1.39% | DESB I | 44.31% | HORA | 10:40:00 |
| 8.182 | lb | 8.741 | lc | 3.847 | Q | 291.39 | P | 2116.104 | S | 2136.72  | FP | 0.99  | DESB V | 1.35% | DESB I | 44.43% | HORA | 10:40:00 |
| 8.2   | lb | 8.841 | lc | 3.878 | Q | 220.26 | P | 2118.107 | S | 2129.529 | FP | 0.994 | DESB V | 1.30% | DESB I | 43.90% | HORA | 10:40:00 |
| 7.944 | lb | 8.622 | lc | 3.87  | Q | 262.4  | P | 2077.809 | S | 2094.267 | FP | 0.992 | DESB V | 1.27% | DESB I | 43.19% | HORA | 10:40:00 |
| 7.85  | lb | 8.697 | lc | 3.879 | Q | 355.91 | P | 2061.468 | S | 2091.967 | FP | 0.985 | DESB V | 1.32% | DESB I | 43.23% | HORA | 10:40:00 |
| 7.938 | lb | 8.603 | lc | 3.905 | Q | 365.73 | P | 2058.874 | S | 2091.105 | FP | 0.984 | DESB V | 1.29% | DESB I | 42.70% | HORA | 10:40:00 |
| 7.91  | lb | 8.634 | lc | 3.967 | Q | 540.97 | P | 2019.841 | S | 2091.29  | FP | 0.965 | DESB V | 1.36% | DESB I | 41.98% | HORA | 10:40:00 |
| 7.608 | lb | 8.652 | lc | 3.951 | Q | 459.46 | P | 2004.906 | S | 2056.88  | FP | 0.974 | DESB V | 1.34% | DESB I | 41.35% | HORA | 10:40:00 |
| 7.479 | lb | 8.702 | lc | 3.978 | Q | 388.8  | P | 2010.794 | S | 2048.37  | FP | 0.981 | DESB V | 1.26% | DESB I | 40.80% | HORA | 10:40:00 |
| 7.605 | lb | 8.684 | lc | 4.95  | Q | 396.13 | P | 2022.659 | S | 2061.85  | FP | 0.981 | DESB V | 1.26% | DESB I | 39.73% | HORA | 10:40:00 |
| 7.467 | lb | 8.772 | lc | 4.168 | Q | 128.7  | P | 2050.324 | S | 2054.36  | FP | 0.998 | DESB V | 1.23% | DESB I | 38.73% | HORA | 10:40:00 |
| 7.506 | lb | 8.626 | lc | 4.184 | Q | 122.45 | P | 2037.92  | S | 2041.595 | FP | 0.998 | DESB V | 1.29% | DESB I | 38.21% | HORA | 10:40:00 |
| 7.468 | lb | 8.606 | lc | 4.17  | Q | 573.4  | P | 1953.901 | S | 2036.299 | FP | 0.959 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.21% | HORA | 10:40:00 |
| 7.51  | lb | 8.787 | lc | 4.158 | Q | 569.69 | P | 1982.785 | S | 2062.832 | FP | 0.961 | DESB V | 1.29% | DESB I | 39.14% | HORA | 10:40:00 |
| 7.374 | lb | 8.645 | lc | 4.215 | Q | 255.66 | P | 2013.162 | S | 2029.331 | FP | 0.992 | DESB V | 1.29% | DESB I | 37.51% | HORA | 10:40:00 |
| 7.383 | lb | 8.741 | lc | 4.133 | Q | 281.25 | P | 2022.529 | S | 2041.99  | FP | 0.99  | DESB V | 1.34% | DESB I | 38.79% | HORA | 10:40:00 |
| 7.493 | lb | 8.992 | lc | 4.233 | Q | 345.88 | P | 2055.619 | S | 2084.514 | FP | 0.986 | DESB V | 1.36% | DESB I | 38.70% | HORA | 10:40:00 |
| 7.51  | lb | 9.31  | lc | 4.102 | Q | 314.1  | P | 2067.83  | S | 2090.796 | FP | 0.988 | DESB V | 1.36% | DESB I | 40.38% | HORA | 10:40:00 |
| 7.56  | lb | 9.5   | lc | 4.7   | Q | 589.14 | P | 2009.609 | S | 2094.187 | FP | 0.959 | DESB V | 1.30% | DESB I | 40.83% | HORA | 10:40:00 |
| 7.757 | lb | 8.974 | lc | 4.234 | Q | 645.92 | P | 2012.901 | S | 2113.996 | FP | 0.952 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.41% | HORA | 10:40:00 |
| 7.85  | lb | 8.99  | lc | 4.262 | Q | 471.74 | P | 2074.198 | S | 2127.165 | FP | 0.975 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.40% | HORA | 10:40:00 |
| 7.802 | lb | 9.3   | lc | 4.236 | Q | 427.16 | P | 2080.293 | S | 2123.696 | FP | 0.979 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.60% | HORA | 10:40:00 |
| 7.867 | lb | 8.784 | lc | 4.228 | Q | 595.11 | P | 2019.434 | S | 2105.296 | FP | 0.959 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.25% | HORA | 10:40:00 |
| 7.932 | lb | 9.55  | lc | 4.201 | Q | 544.5  | P | 2075.529 | S | 2145.649 | FP | 0.967 | DESB V | 1.30% | DESB I | 40.52% | HORA | 10:40:00 |
| 7.945 | lb | 8.936 | lc | 4.12  | Q | 242.43 | P | 2119.601 | S | 2133.42  | FP | 0.993 | DESB V | 1.36% | DESB I | 41.14% | HORA | 10:40:00 |
| 7.853 | lb | 8.871 | lc | 4.143 | Q | 389.76 | P | 2077.885 | S | 2114.125 | FP | 0.982 | DESB V | 1.35% | DESB I | 40.44% | HORA | 10:40:00 |

|       |    |        |    |       |   |        |   |          |   |          |    |       |        |       |        |        |      |          |
|-------|----|--------|----|-------|---|--------|---|----------|---|----------|----|-------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| 7.958 | lb | 8.892  | lc | 4.91  | Q | 451.59 | P | 2080.749 | S | 2129.189 | FP | 0.977 | DESB V | 1.34% | DESB I | 41.39% | HORA | 10:41:00 |
| 8.95  | lb | 9.41   | lc | 4.59  | Q | 328.81 | P | 2138.369 | S | 2163.501 | FP | 0.988 | DESB V | 1.34% | DESB I | 42.54% | HORA | 10:41:00 |
| 8.5   | lb | 8.943  | lc | 4.91  | Q | 386.75 | P | 2107.357 | S | 2142.552 | FP | 0.983 | DESB V | 1.31% | DESB I | 41.66% | HORA | 10:41:00 |
| 7.894 | lb | 9.11   | lc | 4.62  | Q | 321.53 | P | 2124.76  | S | 2148.95  | FP | 0.988 | DESB V | 1.32% | DESB I | 42.15% | HORA | 10:41:00 |
| 7.73  | lb | 9.72   | lc | 3.999 | Q | 178.56 | P | 2117.79  | S | 2125.304 | FP | 0.996 | DESB V | 1.34% | DESB I | 42.32% | HORA | 10:41:00 |
| 7.475 | lb | 9.131  | lc | 4.29  | Q | 229.52 | P | 2088.768 | S | 2101.341 | FP | 0.994 | DESB V | 1.34% | DESB I | 41.42% | HORA | 10:41:00 |
| 7.381 | lb | 8.926  | lc | 4.8   | Q | 298.66 | P | 2045.194 | S | 2066.887 | FP | 0.989 | DESB V | 1.38% | DESB I | 39.96% | HORA | 10:41:00 |
| 7.502 | lb | 9.107  | lc | 4.42  | Q | 304.37 | P | 2079.983 | S | 2102.134 | FP | 0.989 | DESB V | 1.36% | DESB I | 41.28% | HORA | 10:41:00 |
| 7.46  | lb | 9.216  | lc | 4.124 | Q | 246.44 | P | 2095.768 | S | 2110.207 | FP | 0.993 | DESB V | 1.34% | DESB I | 40.52% | HORA | 10:41:00 |
| 7.367 | lb | 9.228  | lc | 4.35  | Q | 242.44 | P | 2086.677 | S | 2100.713 | FP | 0.993 | DESB V | 1.35% | DESB I | 41.33% | HORA | 10:41:00 |
| 7.324 | lb | 9.12   | lc | 4.47  | Q | 407.48 | P | 2042.392 | S | 2082.644 | FP | 0.98  | DESB V | 1.37% | DESB I | 40.74% | HORA | 10:41:00 |
| 7.271 | lb | 8.959  | lc | 4.156 | Q | 380.59 | P | 2022.19  | S | 2057.524 | FP | 0.982 | DESB V | 1.35% | DESB I | 38.84% | HORA | 10:41:00 |
| 7.271 | lb | 8.951  | lc | 4.236 | Q | 474.73 | P | 2000.769 | S | 2056.318 | FP | 0.972 | DESB V | 1.35% | DESB I | 37.87% | HORA | 10:41:00 |
| 7.322 | lb | 8.876  | lc | 4.17  | Q | 531.54 | P | 1982.288 | S | 2052.316 | FP | 0.965 | DESB V | 1.32% | DESB I | 38.58% | HORA | 10:41:00 |
| 7.793 | lb | 10.29  | lc | 4.194 | Q | 244.38 | P | 2262.857 | S | 2276.15  | FP | 0.994 | DESB V | 1.36% | DESB I | 43.52% | HORA | 10:41:00 |
| 7.782 | lb | 15.943 | lc | 4.44  | Q | 324.19 | P | 2923.842 | S | 2941.76  | FP | 0.993 | DESB V | 1.44% | DESB I | 72.23% | HORA | 10:41:00 |
| 7.807 | lb | 15.877 | lc | 4.43  | Q | 516.79 | P | 2889.225 | S | 2934.955 | FP | 0.984 | DESB V | 1.38% | DESB I | 71.79% | HORA | 10:41:00 |
| 7.698 | lb | 16.81  | lc | 4.3   | Q | 464.73 | P | 2908.842 | S | 2945.731 | FP | 0.987 | DESB V | 1.42% | DESB I | 73.65% | HORA | 10:41:00 |
| 7.63  | lb | 15.776 | lc | 3.999 | Q | 759.42 | P | 2800.659 | S | 2901.794 | FP | 0.965 | DESB V | 1.38% | DESB I | 72.70% | HORA | 10:41:00 |
| 7.605 | lb | 15.878 | lc | 3.922 | Q | 770.35 | P | 2807.28  | S | 2911.59  | FP | 0.964 | DESB V | 1.43% | DESB I | 73.81% | HORA | 10:41:00 |
| 7.663 | lb | 15.882 | lc | 3.969 | Q | 447.51 | P | 2884.39  | S | 2918.899 | FP | 0.988 | DESB V | 1.42% | DESB I | 73.17% | HORA | 10:41:00 |
| 7.462 | lb | 16.131 | lc | 4.163 | Q | 484.25 | P | 2884.5   | S | 2924.421 | FP | 0.986 | DESB V | 1.43% | DESB I | 74.35% | HORA | 10:41:00 |
| 7.45  | lb | 16.3   | lc | 4.162 | Q | 519.84 | P | 2858.929 | S | 2905.806 | FP | 0.983 | DESB V | 1.41% | DESB I | 73.97% | HORA | 10:41:00 |
| 7.719 | lb | 15.898 | lc | 4.145 | Q | 458.61 | P | 2887.91  | S | 2924.98  | FP | 0.987 | DESB V | 1.42% | DESB I | 71.79% | HORA | 10:41:00 |
| 7.717 | lb | 15.917 | lc | 4.221 | Q | 469.89 | P | 2888.771 | S | 2926.61  | FP | 0.987 | DESB V | 1.41% | DESB I | 71.43% | HORA | 10:41:00 |
| 7.8   | lb | 9.315  | lc | 4.193 | Q | 469.89 | P | 2888.771 | S | 2926.61  | FP | 0.987 | DESB V | 1.30% | DESB I | 40.97% | HORA | 10:41:00 |
| 7.486 | lb | 8.997  | lc | 4.32  | Q | 336.48 | P | 2132.495 | S | 2158.878 | FP | 0.987 | DESB V | 1.34% | DESB I | 40.97% | HORA | 10:41:00 |
| 7.557 | lb | 9.15   | lc | 4.44  | Q | 341.17 | P | 2056.129 | S | 2084.241 | FP | 0.986 | DESB V | 1.32% | DESB I | 41.29% | HORA | 10:41:00 |
| 7.557 | lb | 9.15   | lc | 4.44  | Q | 341.44 | P | 2066.37  | S | 2094.62  | FP | 0.986 | DESB V | 1.32% | DESB I | 41.15% | HORA | 10:41:00 |
| 7.823 | lb | 8.893  | lc | 4.109 | Q | 331.25 | P | 2085.47  | S | 2111.614 | FP | 0.987 | DESB V | 1.33% | DESB I | 40.80% | HORA | 10:41:00 |
| 7.869 | lb | 9.48   | lc | 4.104 | Q | 296.75 | P | 2113.632 | S | 2134.362 | FP | 0.99  | DESB V | 1.34% | DESB I | 41.43% | HORA | 10:41:00 |
| 7.928 | lb | 8.839  | lc | 4.104 | Q | 348.93 | P | 2087.621 | S | 2116.581 | FP | 0.986 | DESB V | 1.32% | DESB I | 41.90% | HORA | 10:41:00 |
| 7.926 | lb | 8.956  | lc | 4.106 | Q | 296.87 | P | 2108.783 | S | 2129.468 | FP | 0.99  | DESB V | 1.36% | DESB I | 41.31% | HORA | 10:41:00 |
| 8.56  | lb | 8.956  | lc | 4.89  | Q | 113.47 | P | 2142.535 | S | 2145.538 | FP | 0.998 | DESB V | 1.30% | DESB I | 41.87% | HORA | 10:41:00 |
| 7.97  | lb | 8.879  | lc | 4.139 | Q | 117.84 | P | 2122.527 | S | 2125.796 | FP | 0.998 | DESB V | 1.31% | DESB I | 40.84% | HORA | 10:41:00 |
| 7.867 | lb | 9.8    | lc | 4.151 | Q | 232.23 | P | 2117.925 | S | 2130.618 | FP | 0.994 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.77% | HORA | 10:41:00 |
| 7.721 | lb | 9.16   | lc | 4.51  | Q | 177.44 | P | 2106.549 | S | 2114.9   | FP | 0.996 | DESB V | 1.30% | DESB I | 41.54% | HORA | 10:41:00 |
| 7.696 | lb | 9.92   | lc | 3.995 | Q | 463.14 | P | 2068.973 | S | 2120.177 | FP | 0.975 | DESB V | 1.37% | DESB I | 42.33% | HORA | 10:41:00 |
| 7.779 | lb | 9.17   | lc | 4.42  | Q | 513.76 | P | 2075.792 | S | 2138.425 | FP | 0.97  | DESB V | 1.38% | DESB I | 42.23% | HORA | 10:41:00 |
| 7.978 | lb | 8.987  | lc | 4.244 | Q | 489.65 | P | 2084.826 | S | 2141.554 | FP | 0.973 | DESB V | 1.35% | DESB I | 39.97% | HORA | 10:41:00 |
| 8.37  | lb | 8.916  | lc | 4.42  | Q | 523.78 | P | 2075.291 | S | 2140.37  | FP | 0.969 | DESB V | 1.37% | DESB I | 42.24% | HORA | 10:41:00 |
| 8.104 | lb | 8.905  | lc | 4.136 | Q | 386.51 | P | 2111.906 | S | 2146.983 | FP | 0.983 | DESB V | 1.37% | DESB I | 41.31% | HORA | 10:41:00 |
| 8.5   | lb | 9.81   | lc | 4.239 | Q | 344.79 | P | 2133.178 | S | 2160.862 | FP | 0.987 | DESB V | 1.36% | DESB I | 40.49% | HORA | 10:41:00 |
| 7.875 | lb | 9.135  | lc | 4.204 | Q | 885.47 | P | 1954.111 | S | 2145.367 | FP | 0.91  | DESB V | 1.34% | DESB I | 40.55% | HORA | 10:41:00 |
| 7.894 | lb | 9.155  | lc | 4.174 | Q | 935.8  | P | 1936.516 | S | 2150.77  | FP | 0.9   | DESB V | 1.29% | DESB I | 41.20% | HORA | 10:41:00 |
| 7.741 | lb | 9.512  | lc | 4.304 | Q | 224.54 | P | 2164.645 | S | 2176.21  | FP | 0.994 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.10% | HORA | 10:41:00 |
| 7.824 | lb | 9.443  | lc | 4.275 | Q | 257.11 | P | 2162.621 | S | 2177.839 | FP | 0.993 | DESB V | 1.36% | DESB I | 40.46% | HORA | 10:41:00 |
| 7.853 | lb | 10.936 | lc | 4.12  | Q | 294.91 | P | 2337.919 | S | 2356.446 | FP | 0.992 | DESB V | 1.36% | DESB I | 46.42% | HORA | 10:41:00 |
| 7.824 | lb | 11.41  | lc | 4.179 | Q | 229.6  | P | 2399.673 | S | 2410.576 | FP | 0.995 | DESB V | 1.37% | DESB I | 46.45% | HORA | 10:41:00 |
| 8.57  | lb | 12.3   | lc | 4.234 | Q | 660.57 | P | 2419.211 | S | 2507.776 | FP | 0.964 | DESB V | 1.39% | DESB I | 48.22% | HORA | 10:41:00 |
| 8.35  | lb | 18.798 | lc | 4.171 | Q | 708.99 | P | 3229.238 | S | 3306.153 | FP | 0.976 | DESB V | 1.46% | DESB I | 81.89% | HORA | 10:41:00 |
| 7.962 | lb | 19.73  | lc | 4.19  | Q | 42.564 | P | 3328.706 | S | 3328.978 | FP | 0.999 | DESB V | 1.46% | DESB I | 84.25% | HORA | 10:41:00 |
| 7.875 | lb | 19.145 | lc | 4.37  | Q | 31.658 | P | 3327.513 | S | 3327.664 | FP | 0.999 | DESB V | 1.49% | DESB I | 84.93% | HORA | 10:41:00 |
| 7.963 | lb | 18.916 | lc | 4.126 | Q | 441.48 | P | 3280.83  | S | 3310.401 | FP | 0.991 | DESB V | 1.49% | DESB I | 83.22% | HORA | 10:41:00 |
| 8.28  | lb | 18.918 | lc | 4.217 | Q | 346.1  | P | 3300.204 | S | 3318.302 | FP | 0.994 | DESB V | 1.50% | DESB I | 82.12% | HORA | 10:41:00 |
| 7.942 | lb | 19.44  | lc | 4.173 | Q | 304.35 | P | 3309.692 | S | 3323.656 | FP | 0.995 | DESB V | 1.46% | DESB I | 83.35% | HORA | 10:41:00 |
| 8.366 | lb | 19.143 | lc | 4.154 | Q | 312.74 | P | 3372.579 | S | 3387.48  | FP | 0.995 | DESB V | 1.48% | DESB I | 81.37% | HORA | 10:41:00 |
| 8.381 | lb | 19.48  | lc | 4.198 | Q | 513.13 | P | 3336.43  | S | 3375.658 | FP | 0.988 | DESB V | 1.45% | DESB I | 80.67% | HORA | 10:41:00 |
| 8.135 | lb | 19.68  | lc | 4.194 | Q | 493.93 | P | 3311.339 | S | 3347.974 | FP | 0.989 | DESB V | 1.46% | DESB I | 82.20% | HORA | 10:41:00 |
| 8.235 | lb | 19.1   | lc | 4.62  | Q | 436.88 | P | 3335.987 | S | 3364.472 | FP | 0.991 | DESB V | 1.47% | DESB I | 82.49% | HORA | 10:41:00 |

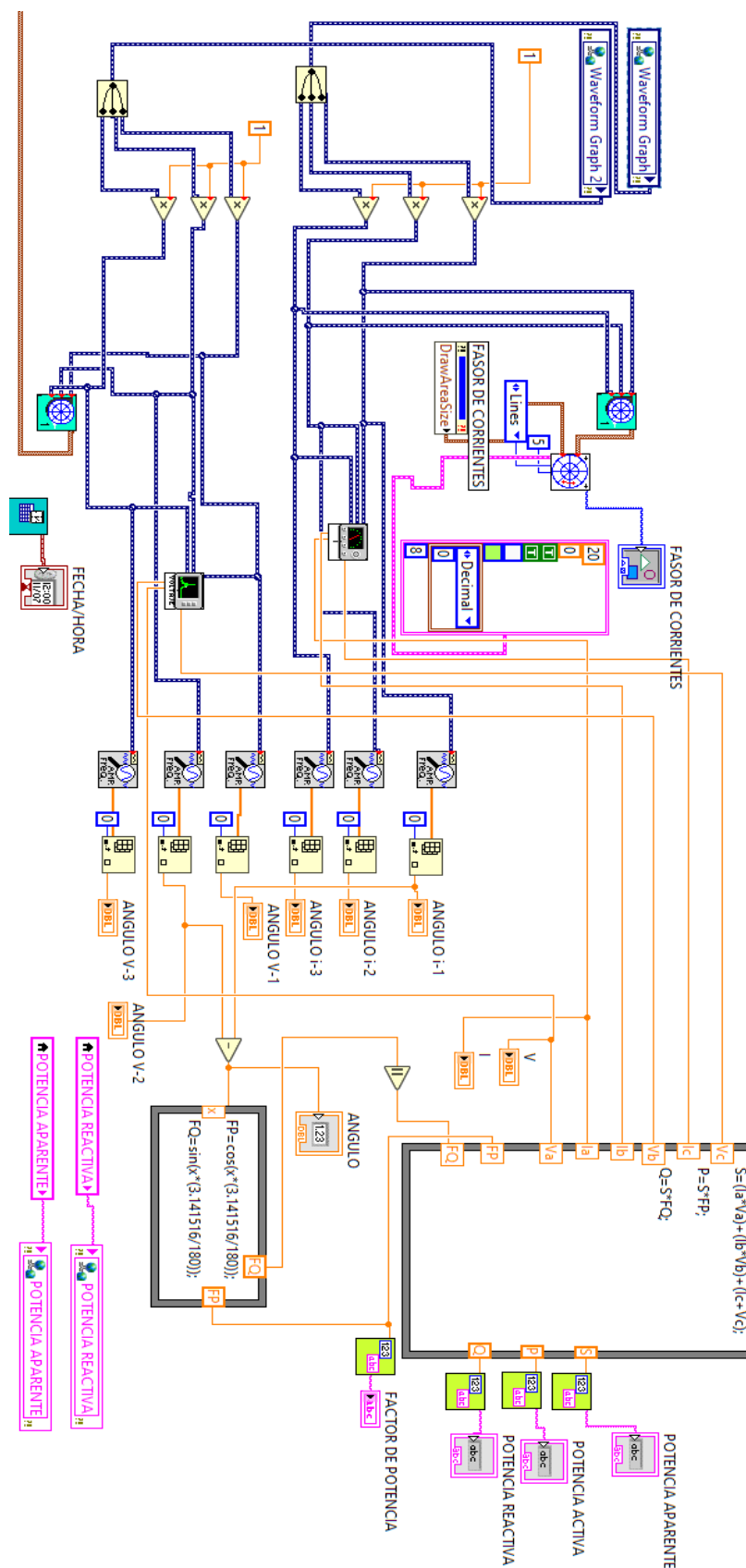
|       |    |        |    |       |   |        |   |          |   |          |    |       |        |       |        |        |      |          |
|-------|----|--------|----|-------|---|--------|---|----------|---|----------|----|-------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| 8.315 | lb | 18.964 | lc | 3.993 | Q | 341.62 | P | 3341.573 | S | 3358.99  | FP | 0.994 | DESB V | 1.44% | DESB I | 81.92% | HORA | 10:42:00 |
| 8.353 | lb | 18.983 | lc | 3.892 | Q | 677.71 | P | 3296.552 | S | 3365.494 | FP | 0.979 | DESB V | 1.48% | DESB I | 82.36% | HORA | 10:42:00 |
| 8.315 | lb | 18.903 | lc | 3.963 | Q | 788.88 | P | 3257.602 | S | 3351.762 | FP | 0.971 | DESB V | 1.46% | DESB I | 81.86% | HORA | 10:42:00 |
| 8.384 | lb | 19.103 | lc | 3.97  | Q | 752.41 | P | 3299.152 | S | 3383.863 | FP | 0.974 | DESB V | 1.48% | DESB I | 82.18% | HORA | 10:42:00 |
| 8.232 | lb | 18.953 | lc | 4.13  | Q | 666.68 | P | 3282.687 | S | 3349.701 | FP | 0.979 | DESB V | 1.40% | DESB I | 82.25% | HORA | 10:42:00 |
| 7.994 | lb | 19.67  | lc | 4.69  | Q | 720.61 | P | 3253.296 | S | 3332.149 | FP | 0.976 | DESB V | 1.47% | DESB I | 83.75% | HORA | 10:42:00 |
| 8.8   | lb | 19.42  | lc | 4.81  | Q | 541.68 | P | 3286.616 | S | 3330.955 | FP | 0.986 | DESB V | 1.45% | DESB I | 83.50% | HORA | 10:42:00 |
| 7.958 | lb | 18.954 | lc | 4.19  | Q | 759.26 | P | 3228.89  | S | 3316.179 | FP | 0.973 | DESB V | 1.51% | DESB I | 83.83% | HORA | 10:42:00 |
| 7.898 | lb | 18.865 | lc | 3.98  | Q | 793.94 | P | 3199.906 | S | 3296.725 | FP | 0.97  | DESB V | 1.34% | DESB I | 84.87% | HORA | 10:42:00 |
| 7.838 | lb | 18.906 | lc | 4.192 | Q | 849.31 | P | 3181.247 | S | 3292.667 | FP | 0.966 | DESB V | 1.33% | DESB I | 83.34% | HORA | 10:42:00 |
| 7.895 | lb | 19.58  | lc | 4.236 | Q | 791.9  | P | 3226.658 | S | 3322.22  | FP | 0.971 | DESB V | 1.42% | DESB I | 83.31% | HORA | 10:42:00 |
| 7.798 | lb | 18.949 | lc | 4.205 | Q | 557.35 | P | 3249.509 | S | 3296.96  | FP | 0.985 | DESB V | 1.38% | DESB I | 83.65% | HORA | 10:42:00 |
| 7.894 | lb | 18.852 | lc | 4.208 | Q | 633.5  | P | 3236.204 | S | 3297.54  | FP | 0.981 | DESB V | 1.38% | DESB I | 82.71% | HORA | 10:42:00 |
| 7.969 | lb | 18.895 | lc | 4.39  | Q | 207.41 | P | 3305.988 | S | 3312.489 | FP | 0.998 | DESB V | 1.39% | DESB I | 83.42% | HORA | 10:42:00 |
| 7.831 | lb | 18.869 | lc | 4.139 | Q | 249.81 | P | 3284.591 | S | 3294.77  | FP | 0.997 | DESB V | 1.39% | DESB I | 83.55% | HORA | 10:42:00 |
| 7.947 | lb | 18.896 | lc | 4.125 | Q | 598.54 | P | 3253.963 | S | 3308.552 | FP | 0.983 | DESB V | 1.41% | DESB I | 83.51% | HORA | 10:42:00 |
| 8.122 | lb | 17.696 | lc | 4.65  | Q | 476.34 | P | 3152.958 | S | 3188.736 | FP | 0.988 | DESB V | 1.39% | DESB I | 77.65% | HORA | 10:42:00 |
| 8.57  | lb | 8.999  | lc | 4.48  | Q | 709.33 | P | 2034.23  | S | 2154.354 | FP | 0.944 | DESB V | 1.32% | DESB I | 42.46% | HORA | 10:42:00 |
| 7.971 | lb | 9.74   | lc | 4.88  | Q | 733.25 | P | 2024.321 | S | 2153.27  | FP | 0.94  | DESB V | 1.29% | DESB I | 41.96% | HORA | 10:42:00 |
| 7.956 | lb | 8.983  | lc | 4.81  | Q | 540.99 | P | 2069.724 | S | 2139.26  | FP | 0.967 | DESB V | 1.25% | DESB I | 41.75% | HORA | 10:42:00 |
| 7.908 | lb | 8.989  | lc | 4.13  | Q | 492.36 | P | 2077.668 | S | 2135.209 | FP | 0.973 | DESB V | 1.24% | DESB I | 41.65% | HORA | 10:42:00 |
| 7.97  | lb | 9.31   | lc | 4.91  | Q | 301.5  | P | 2126.419 | S | 2147.617 | FP | 0.99  | DESB V | 1.25% | DESB I | 41.81% | HORA | 10:42:00 |
| 7.973 | lb | 8.995  | lc | 4.68  | Q | 456.9  | P | 2093.79  | S | 2142.367 | FP | 0.976 | DESB V | 1.25% | DESB I | 41.98% | HORA | 10:42:00 |
| 7.92  | lb | 9.4    | lc | 4.59  | Q | 405.35 | P | 2103.137 | S | 2141.843 | FP | 0.981 | DESB V | 1.26% | DESB I | 42.57% | HORA | 10:42:00 |
| 8.51  | lb | 8.972  | lc | 4.46  | Q | 288.39 | P | 2129.365 | S | 2148.805 | FP | 0.99  | DESB V | 1.25% | DESB I | 42.39% | HORA | 10:42:00 |
| 8.143 | lb | 8.915  | lc | 4.15  | Q | 337.14 | P | 2126.654 | S | 2153.212 | FP | 0.987 | DESB V | 1.25% | DESB I | 41.29% | HORA | 10:42:00 |
| 8.338 | lb | 8.914  | lc | 4.132 | Q | 189.88 | P | 2167.652 | S | 2175.953 | FP | 0.996 | DESB V | 1.27% | DESB I | 42.29% | HORA | 10:42:00 |
| 8.21  | lb | 9.33   | lc | 4.79  | Q | 411.48 | P | 2113.99  | S | 2152.79  | FP | 0.981 | DESB V | 1.25% | DESB I | 42.95% | HORA | 10:42:00 |
| 7.959 | lb | 9      | lc | 4.158 | Q | 466.8  | P | 2088.432 | S | 2139.965 | FP | 0.975 | DESB V | 1.22% | DESB I | 40.93% | HORA | 10:42:00 |
| 8     | lb | 8.935  | lc | 4.11  | Q | 475.85 | P | 2084.618 | S | 2138.68  | FP | 0.975 | DESB V | 1.24% | DESB I | 42.55% | HORA | 10:42:00 |
| 7.885 | lb | 8.89   | lc | 4.54  | Q | 523.86 | P | 2052.173 | S | 2117.982 | FP | 0.968 | DESB V | 1.25% | DESB I | 41.61% | HORA | 10:42:00 |
| 7.846 | lb | 8.855  | lc | 4.52  | Q | 358.34 | P | 2078.742 | S | 2109.403 | FP | 0.985 | DESB V | 1.25% | DESB I | 41.42% | HORA | 10:42:00 |
| 7.906 | lb | 8.925  | lc | 4.59  | Q | 450.68 | P | 2076.38  | S | 2124.727 | FP | 0.977 | DESB V | 1.27% | DESB I | 41.71% | HORA | 10:42:00 |
| 7.829 | lb | 9.61   | lc | 3.989 | Q | 295.27 | P | 2111.617 | S | 2132.161 | FP | 0.99  | DESB V | 1.28% | DESB I | 42.68% | HORA | 10:42:00 |
| 7.934 | lb | 9.7    | lc | 4.78  | Q | 401.22 | P | 2100.428 | S | 2138.404 | FP | 0.982 | DESB V | 1.28% | DESB I | 41.79% | HORA | 10:42:00 |
| 7.773 | lb | 8.92   | lc | 4.74  | Q | 464.36 | P | 2057.43  | S | 2108.805 | FP | 0.975 | DESB V | 1.27% | DESB I | 41.15% | HORA | 10:42:00 |
| 7.871 | lb | 9.18   | lc | 3.893 | Q | 452.48 | P | 2083.329 | S | 2131.901 | FP | 0.977 | DESB V | 1.28% | DESB I | 43.80% | HORA | 10:42:00 |
| 7.818 | lb | 8.888  | lc | 3.815 | Q | 303.55 | P | 2088.154 | S | 2110.101 | FP | 0.989 | DESB V | 1.31% | DESB I | 44.23% | HORA | 10:42:00 |
| 8.43  | lb | 8.899  | lc | 3.928 | Q | 361.97 | P | 2109.194 | S | 2140.29  | FP | 0.985 | DESB V | 1.30% | DESB I | 43.54% | HORA | 10:42:00 |
| 8.333 | lb | 8.911  | lc | 4.53  | Q | 60.651 | P | 2174.845 | S | 2175.69  | FP | 0.999 | DESB V | 1.29% | DESB I | 42.91% | HORA | 10:42:00 |
| 8.188 | lb | 8.867  | lc | 4.136 | Q | 85.117 | P | 2150.73  | S | 2152.414 | FP | 0.999 | DESB V | 1.29% | DESB I | 41.45% | HORA | 10:42:00 |
| 7.988 | lb | 8.9    | lc | 4.168 | Q | 530.98 | P | 2064.642 | S | 2131.826 | FP | 0.968 | DESB V | 1.25% | DESB I | 40.61% | HORA | 10:42:00 |
| 8.48  | lb | 8.88   | lc | 4.172 | Q | 486.7  | P | 2082.21  | S | 2138.15  | FP | 0.973 | DESB V | 1.28% | DESB I | 40.68% | HORA | 10:42:00 |
| 8.38  | lb | 8.907  | lc | 4.451 | Q | 361.52 | P | 2108.443 | S | 2139.212 | FP | 0.985 | DESB V | 1.20% | DESB I | 37.59% | HORA | 10:42:00 |
| 8.231 | lb | 8.958  | lc | 4.334 | Q | 360.44 | P | 2137.56  | S | 2167.736 | FP | 0.986 | DESB V | 1.22% | DESB I | 39.59% | HORA | 10:42:00 |
| 8.135 | lb | 8.862  | lc | 4.201 | Q | 273.32 | P | 2127.186 | S | 2144.674 | FP | 0.991 | DESB V | 1.25% | DESB I | 40.54% | HORA | 10:42:00 |
| 8.234 | lb | 8.987  | lc | 4.266 | Q | 380.14 | P | 2138.132 | S | 2171.661 | FP | 0.984 | DESB V | 1.22% | DESB I | 40.43% | HORA | 10:42:00 |
| 8.238 | lb | 8.819  | lc | 4.367 | Q | 380.14 | P | 2138.132 | S | 2171.661 | FP | 0.984 | DESB V | 1.27% | DESB I | 38.84% | HORA | 10:42:00 |
| 8.238 | lb | 8.936  | lc | 4.407 | Q | 294.76 | P | 2133.154 | S | 2153.423 | FP | 0.99  | DESB V | 1.24% | DESB I | 38.84% | HORA | 10:42:00 |
| 8.52  | lb | 8.936  | lc | 4.407 | Q | 328.51 | P | 2118.678 | S | 2143.995 | FP | 0.988 | DESB V | 1.24% | DESB I | 38.21% | HORA | 10:42:00 |
| 8.175 | lb | 8.871  | lc | 4.297 | Q | 364.89 | P | 2119.875 | S | 2151.49  | FP | 0.985 | DESB V | 1.29% | DESB I | 39.60% | HORA | 10:42:00 |
| 8.86  | lb | 8.915  | lc | 4.299 | Q | 389.58 | P | 2111.699 | S | 2147.335 | FP | 0.983 | DESB V | 1.26% | DESB I | 39.45% | HORA | 10:42:00 |
| 7.94  | lb | 8.935  | lc | 4.28  | Q | 266.51 | P | 2115.26  | S | 2131.984 | FP | 0.992 | DESB V | 1.26% | DESB I | 39.31% | HORA | 10:42:00 |
| 7.935 | lb | 8.906  | lc | 4.411 | Q | 366.31 | P | 2095.623 | S | 2127.398 | FP | 0.985 | DESB V | 1.24% | DESB I | 37.73% | HORA | 10:42:00 |
| 7.872 | lb | 9.9    | lc | 4.49  | Q | 350.65 | P | 2104.112 | S | 2133.34  | FP | 0.986 | DESB V | 1.24% | DESB I | 36.97% | HORA | 10:42:00 |
| 8.9   | lb | 8.967  | lc | 4.409 | Q | 470.55 | P | 2091.4   | S | 2143.682 | FP | 0.975 | DESB V | 1.25% | DESB I | 38.14% | HORA | 10:42:00 |
| 7.916 | lb | 9.3    | lc | 4.391 | Q | 191.89 | P | 2128.714 | S | 2137.346 | FP | 0.995 | DESB V | 1.28% | DESB I | 38.18% | HORA | 10:42:00 |
| 7.95  | lb | 9.72   | lc | 4.341 | Q | 240.69 | P | 2136.637 | S | 2150.151 | FP | 0.993 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.40% | HORA | 10:42:00 |
| 7.987 | lb | 9.37   | lc | 4.26  | Q | 317.25 | P | 2126.459 | S | 2149.995 | FP | 0.989 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.95% | HORA | 10:42:00 |
| 7.895 | lb | 9.49   | lc | 4.249 | Q | 376.26 | P | 2106.541 | S | 2139.88  | FP | 0.984 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.85% | HORA | 10:42:00 |

|       |    |       |    |       |   |        |   |          |   |          |    |       |        |       |        |        |      |          |
|-------|----|-------|----|-------|---|--------|---|----------|---|----------|----|-------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| 7.972 | lb | 9.161 | lc | 4.334 | Q | 268.25 | P | 2146.43  | S | 2162.743 | FP | 0.992 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.42% | HORA | 10:43:00 |
| 7.947 | lb | 9.68  | lc | 4.141 | Q | 315.49 | P | 2125.33  | S | 2148.325 | FP | 0.989 | DESB V | 1.29% | DESB I | 41.28% | HORA | 10:43:00 |
| 7.951 | lb | 9.112 | lc | 4.267 | Q | 339.98 | P | 2127.373 | S | 2154.368 | FP | 0.987 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.99% | HORA | 10:43:00 |
| 7.706 | lb | 9.16  | lc | 4.332 | Q | 392.1  | P | 2093.211 | S | 2129.619 | FP | 0.982 | DESB V | 1.26% | DESB I | 38.69% | HORA | 10:43:00 |
| 7.666 | lb | 9.118 | lc | 4.275 | Q | 362.78 | P | 2089.883 | S | 2121.136 | FP | 0.985 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.99% | HORA | 10:43:00 |
| 7.764 | lb | 9.193 | lc | 4.284 | Q | 393.28 | P | 2104.221 | S | 2140.658 | FP | 0.982 | DESB V | 1.29% | DESB I | 39.49% | HORA | 10:43:00 |
| 7.593 | lb | 9.132 | lc | 4.264 | Q | 232.51 | P | 2099.396 | S | 2112.181 | FP | 0.993 | DESB V | 1.27% | DESB I | 39.51% | HORA | 10:43:00 |
| 7.405 | lb | 9.95  | lc | 4.262 | Q | 302.57 | P | 2063.487 | S | 2085.552 | FP | 0.989 | DESB V | 1.30% | DESB I | 38.41% | HORA | 10:43:00 |
| 7.522 | lb | 9.29  | lc | 4.216 | Q | 114.99 | P | 2089.674 | S | 2092.836 | FP | 0.998 | DESB V | 1.25% | DESB I | 39.88% | HORA | 10:43:00 |
| 7.449 | lb | 9.148 | lc | 4.34  | Q | 101.56 | P | 2095.671 | S | 2098.13  | FP | 0.998 | DESB V | 1.24% | DESB I | 37.81% | HORA | 10:43:00 |
| 7.413 | lb | 9.293 | lc | 4.369 | Q | 427.71 | P | 2067.786 | S | 2111.557 | FP | 0.979 | DESB V | 1.25% | DESB I | 37.80% | HORA | 10:43:00 |
| 7.44  | lb | 9.81  | lc | 4.297 | Q | 441.25 | P | 2041.904 | S | 2089.36  | FP | 0.977 | DESB V | 1.27% | DESB I | 38.79% | HORA | 10:43:00 |
| 7.55  | lb | 9.84  | lc | 4.313 | Q | 417.65 | P | 2060.164 | S | 2102.73  | FP | 0.98  | DESB V | 1.28% | DESB I | 38.23% | HORA | 10:43:00 |
| 7.707 | lb | 9.89  | lc | 4.357 | Q | 391.71 | P | 2086.834 | S | 2123.279 | FP | 0.982 | DESB V | 1.24% | DESB I | 38.21% | HORA | 10:43:00 |
| 7.657 | lb | 9.126 | lc | 4.362 | Q | 235.73 | P | 2107.512 | S | 2120.654 | FP | 0.993 | DESB V | 1.30% | DESB I | 38.11% | HORA | 10:43:00 |
| 7.53  | lb | 9.82  | lc | 4.186 | Q | 238.35 | P | 2085.297 | S | 2098.838 | FP | 0.993 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.61% | HORA | 10:43:00 |
| 7.749 | lb | 9.62  | lc | 4.27  | Q | 438.96 | P | 2077.276 | S | 2123.149 | FP | 0.978 | DESB V | 1.23% | DESB I | 39.24% | HORA | 10:43:00 |
| 7.606 | lb | 9.58  | lc | 4.297 | Q | 280.3  | P | 2086.683 | S | 2105.425 | FP | 0.991 | DESB V | 1.26% | DESB I | 38.50% | HORA | 10:43:00 |
| 7.709 | lb | 9.99  | lc | 4.121 | Q | 194.77 | P | 2114.858 | S | 2123.808 | FP | 0.995 | DESB V | 1.33% | DESB I | 40.93% | HORA | 10:43:00 |
| 7.521 | lb | 9.69  | lc | 4.206 | Q | 133.44 | P | 2094.121 | S | 2098.368 | FP | 0.997 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.32% | HORA | 10:43:00 |
| 7.49  | lb | 8.954 | lc | 4.195 | Q | 447.77 | P | 2031.49  | S | 2079.821 | FP | 0.976 | DESB V | 1.27% | DESB I | 39.18% | HORA | 10:43:00 |
| 7.414 | lb | 9.54  | lc | 4.193 | Q | 500.32 | P | 2021.746 | S | 2082.733 | FP | 0.97  | DESB V | 1.28% | DESB I | 39.12% | HORA | 10:43:00 |
| 7.389 | lb | 8.982 | lc | 4.172 | Q | 337.12 | P | 2043.438 | S | 2071.59  | FP | 0.986 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.68% | HORA | 10:43:00 |
| 7.254 | lb | 9.158 | lc | 4.26  | Q | 304.12 | P | 2052.283 | S | 2074.694 | FP | 0.989 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.18% | HORA | 10:43:00 |
| 7.315 | lb | 9.78  | lc | 4.53  | Q | 398.52 | P | 2034.178 | S | 2072.848 | FP | 0.981 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.53% | HORA | 10:43:00 |
| 7.311 | lb | 9.44  | lc | 3.996 | Q | 315.8  | P | 2044.409 | S | 2068.546 | FP | 0.988 | DESB V | 1.33% | DESB I | 41.85% | HORA | 10:43:00 |
| 7.171 | lb | 9.46  | lc | 4.14  | Q | 299.45 | P | 2029.942 | S | 2051.91  | FP | 0.989 | DESB V | 1.32% | DESB I | 38.99% | HORA | 10:43:00 |
| 7.346 | lb | 9.176 | lc | 4.227 | Q | 319.21 | P | 2063.855 | S | 2088.395 | FP | 0.988 | DESB V | 1.29% | DESB I | 38.88% | HORA | 10:43:00 |
| 7.288 | lb | 9.161 | lc | 4.273 | Q | 283.67 | P | 2060.9   | S | 2079.448 | FP | 0.99  | DESB V | 1.30% | DESB I | 38.13% | HORA | 10:43:00 |
| 7.196 | lb | 9.214 | lc | 4.212 | Q | 229.78 | P | 2061.402 | S | 2074.17  | FP | 0.993 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.73% | HORA | 10:43:00 |
| 7.172 | lb | 9.8   | lc | 4.151 | Q | 280.2  | P | 2027.849 | S | 2047.89  | FP | 0.99  | DESB V | 1.29% | DESB I | 38.75% | HORA | 10:43:00 |
| 7.24  | lb | 9.84  | lc | 4.181 | Q | 362.41 | P | 2032.697 | S | 2064.752 | FP | 0.984 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.82% | HORA | 10:43:00 |
| 7.43  | lb | 8.976 | lc | 4.98  | Q | 459.22 | P | 2022.477 | S | 2073.957 | FP | 0.975 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.33% | HORA | 10:43:00 |
| 7.337 | lb | 9.94  | lc | 4.127 | Q | 424.73 | P | 2033.626 | S | 2077.506 | FP | 0.978 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.77% | HORA | 10:43:00 |
| 7.354 | lb | 9.284 | lc | 3.968 | Q | 431.61 | P | 2056.551 | S | 2101.242 | FP | 0.978 | DESB V | 1.31% | DESB I | 42.23% | HORA | 10:43:00 |
| 7.467 | lb | 9.76  | lc | 4.172 | Q | 363.92 | P | 2057.728 | S | 2089.661 | FP | 0.984 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.58% | HORA | 10:43:00 |
| 7.23  | lb | 9.61  | lc | 4.149 | Q | 333.48 | P | 2033.387 | S | 2060.551 | FP | 0.986 | DESB V | 1.28% | DESB I | 39.98% | HORA | 10:43:00 |
| 7.183 | lb | 9.19  | lc | 4.156 | Q | 295.53 | P | 2048.768 | S | 2069.973 | FP | 0.989 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.26% | HORA | 10:43:00 |
| 7.182 | lb | 9.162 | lc | 4.245 | Q | 277.42 | P | 2048.223 | S | 2066.925 | FP | 0.99  | DESB V | 1.28% | DESB I | 38.14% | HORA | 10:43:00 |
| 7.487 | lb | 9.99  | lc | 4.255 | Q | 261.88 | P | 2079.252 | S | 2095.679 | FP | 0.992 | DESB V | 1.30% | DESB I | 38.75% | HORA | 10:43:00 |
| 7.339 | lb | 9.24  | lc | 4.16  | Q | 220.66 | P | 2058.271 | S | 2070.66  | FP | 0.994 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.18% | HORA | 10:43:00 |
| 7.246 | lb | 9.34  | lc | 4.91  | Q | 213.54 | P | 2049.129 | S | 2060.225 | FP | 0.994 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.75% | HORA | 10:43:00 |
| 7.209 | lb | 9.84  | lc | 4.173 | Q | 381.72 | P | 2025.16  | S | 2060.68  | FP | 0.982 | DESB V | 1.31% | DESB I | 38.83% | HORA | 10:43:00 |
| 7.458 | lb | 9.126 | lc | 4.177 | Q | 430.37 | P | 2049.956 | S | 2094.645 | FP | 0.978 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.64% | HORA | 10:43:00 |
| 7.75  | lb | 9.297 | lc | 4.152 | Q | 294.36 | P | 2130.283 | S | 2150.524 | FP | 0.99  | DESB V | 1.33% | DESB I | 41.24% | HORA | 10:43:00 |
| 7.866 | lb | 9.109 | lc | 4.196 | Q | 378.6  | P | 2108.888 | S | 2142.498 | FP | 0.984 | DESB V | 1.31% | DESB I | 40.53% | HORA | 10:43:00 |
| 7.644 | lb | 9.165 | lc | 4.229 | Q | 208.67 | P | 2110.485 | S | 2120.776 | FP | 0.995 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.69% | HORA | 10:43:00 |
| 7.741 | lb | 9.147 | lc | 4.295 | Q | 176.61 | P | 2123.254 | S | 2130.586 | FP | 0.996 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.17% | HORA | 10:43:00 |
| 7.672 | lb | 9.72  | lc | 4.242 | Q | 207.21 | P | 2104.37  | S | 2114.215 | FP | 0.995 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.35% | HORA | 10:43:00 |
| 7.8   | lb | 8.996 | lc | 4.182 | Q | 249.24 | P | 2105.43  | S | 2120.131 | FP | 0.993 | DESB V | 1.31% | DESB I | 40.19% | HORA | 10:43:00 |
| 7.786 | lb | 8.989 | lc | 4.173 | Q | 269.42 | P | 2100.174 | S | 2117.385 | FP | 0.991 | DESB V | 1.30% | DESB I | 40.24% | HORA | 10:43:00 |
| 7.848 | lb | 9.211 | lc | 4.186 | Q | 344.62 | P | 2122.632 | S | 2150.426 | FP | 0.987 | DESB V | 1.30% | DESB I | 40.88% | HORA | 10:43:00 |
| 7.941 | lb | 9.133 | lc | 4.275 | Q | 464.88 | P | 2103.771 | S | 2154.521 | FP | 0.976 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.92% | HORA | 10:43:00 |
| 7.788 | lb | 9.91  | lc | 4.17  | Q | 437.28 | P | 2085.418 | S | 2130.77  | FP | 0.978 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.56% | HORA | 10:43:00 |
| 7.886 | lb | 9.151 | lc | 4.271 | Q | 521.95 | P | 2085.83  | S | 2149.42  | FP | 0.97  | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.87% | HORA | 10:43:00 |
| 7.985 | lb | 9.177 | lc | 4.267 | Q | 523.54 | P | 2100.676 | S | 2164.933 | FP | 0.97  | DESB V | 1.31% | DESB I | 40.25% | HORA | 10:43:00 |
| 7.741 | lb | 9.154 | lc | 4.268 | Q | 323.94 | P | 2108.36  | S | 2133.101 | FP | 0.988 | DESB V | 1.26% | DESB I | 39.50% | HORA | 10:43:00 |
| 7.722 | lb | 9.158 | lc | 4.185 | Q | 374.5  | P | 2098.42  | S | 2131.204 | FP | 0.984 | DESB V | 1.24% | DESB I | 40.39% | HORA | 10:43:00 |
| 7.784 | lb | 9.42  | lc | 4.177 | Q | 393.36 | P | 2089.6   | S | 2125.718 | FP | 0.982 | DESB V | 1.34% | DESB I | 40.34% | HORA | 10:43:00 |
| 7.834 | lb | 9.33  | lc | 4.207 | Q | 339.86 | P | 2103.623 | S | 2130.899 | FP | 0.987 | DESB V | 1.33% | DESB I | 40.11% | HORA | 10:43:00 |

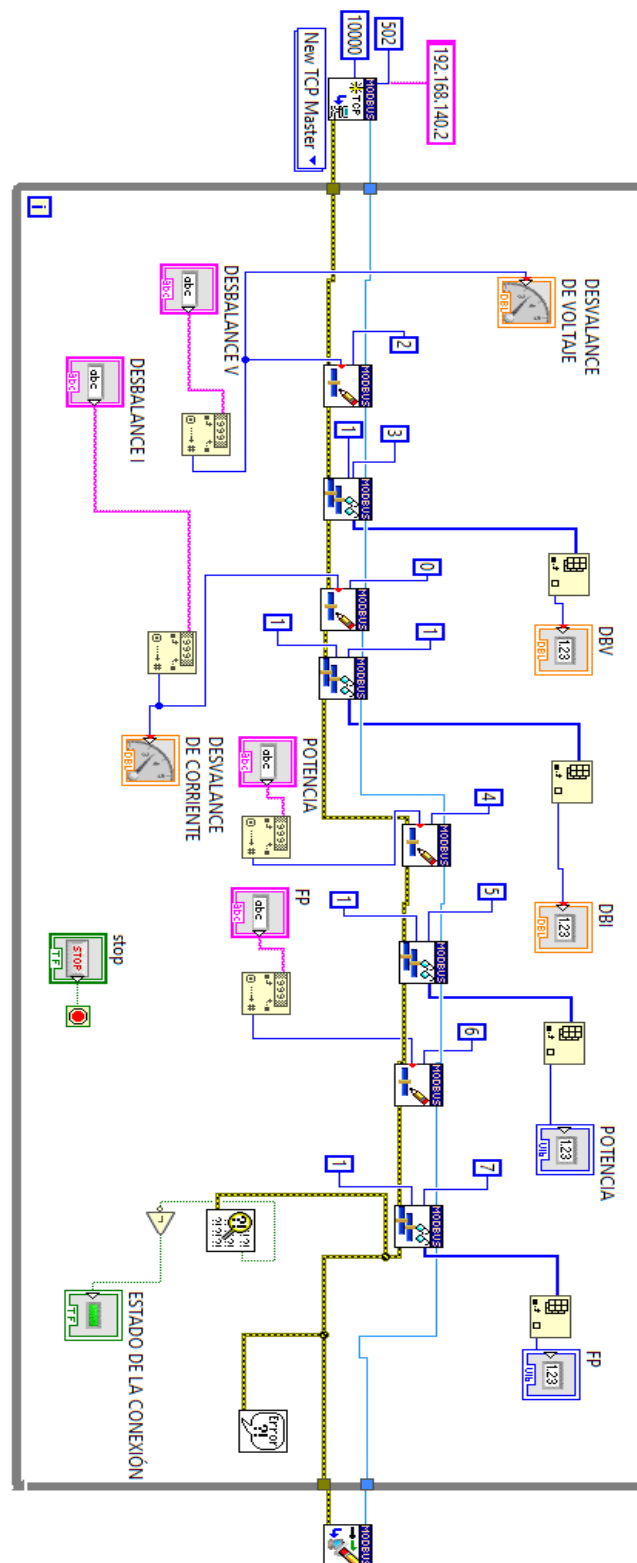
|       |    |        |    |       |   |        |   |          |   |          |    |       |        |       |        |        |      |          |
|-------|----|--------|----|-------|---|--------|---|----------|---|----------|----|-------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| 7.82  | lb | 9.29   | lc | 4.217 | Q | 269.94 | P | 2110.411 | S | 2127.605 | FP | 0.991 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.95% | HORA | 10:44:00 |
| 7.596 | lb | 9.65   | lc | 4.25  | Q | 304.5  | P | 2082.946 | S | 2105.85  | FP | 0.989 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.24% | HORA | 10:44:00 |
| 7.658 | lb | 8.975  | lc | 4.195 | Q | 304.5  | P | 2082.946 | S | 2105.85  | FP | 0.989 | DESB V | 1.35% | DESB I | 39.57% | HORA | 10:44:00 |
| 7.507 | lb | 8.88   | lc | 4.15  | Q | 381.94 | P | 2066.887 | S | 2101.881 | FP | 0.983 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.37% | HORA | 10:44:00 |
| 7.441 | lb | 8.88   | lc | 4.254 | Q | 372.77 | P | 2038.924 | S | 2072.721 | FP | 0.983 | DESB V | 1.29% | DESB I | 38.26% | HORA | 10:44:00 |
| 7.387 | lb | 8.869  | lc | 4.255 | Q | 180.27 | P | 2068.8   | S | 2076.639 | FP | 0.996 | DESB V | 1.29% | DESB I | 37.76% | HORA | 10:44:00 |
| 7.387 | lb | 8.869  | lc | 4.255 | Q | 177.33 | P | 2048.726 | S | 2056.386 | FP | 0.996 | DESB V | 1.24% | DESB I | 37.76% | HORA | 10:44:00 |
| 7.468 | lb | 8.872  | lc | 4.177 | Q | 328.22 | P | 2039.306 | S | 2065.55  | FP | 0.987 | DESB V | 1.28% | DESB I | 38.92% | HORA | 10:44:00 |
| 7.48  | lb | 8.838  | lc | 4.2   | Q | 256.33 | P | 2047.11  | S | 2063.96  | FP | 0.992 | DESB V | 1.28% | DESB I | 38.59% | HORA | 10:44:00 |
| 7.421 | lb | 8.81   | lc | 4.12  | Q | 541.98 | P | 1981.97  | S | 2053.896 | FP | 0.964 | DESB V | 1.29% | DESB I | 39.27% | HORA | 10:44:00 |
| 7.69  | lb | 8.927  | lc | 4.36  | Q | 466.34 | P | 2047.227 | S | 2099.669 | FP | 0.975 | DESB V | 1.33% | DESB I | 41.37% | HORA | 10:44:00 |
| 7.593 | lb | 8.815  | lc | 4.7   | Q | 381.86 | P | 2039.272 | S | 2074.716 | FP | 0.982 | DESB V | 1.32% | DESB I | 41.11% | HORA | 10:44:00 |
| 7.532 | lb | 8.853  | lc | 4.15  | Q | 397.17 | P | 2034.66  | S | 2072.478 | FP | 0.981 | DESB V | 1.30% | DESB I | 40.95% | HORA | 10:44:00 |
| 7.506 | lb | 8.873  | lc | 3.871 | Q | 745.92 | P | 1932.894 | S | 2071.829 | FP | 0.932 | DESB V | 1.33% | DESB I | 42.65% | HORA | 10:44:00 |
| 7.545 | lb | 8.854  | lc | 3.909 | Q | 767.98 | P | 1926.182 | S | 2073.637 | FP | 0.928 | DESB V | 1.32% | DESB I | 42.26% | HORA | 10:44:00 |
| 7.478 | lb | 8.892  | lc | 3.982 | Q | 369.44 | P | 2038.259 | S | 2071.469 | FP | 0.983 | DESB V | 1.33% | DESB I | 41.30% | HORA | 10:44:00 |
| 7.319 | lb | 8.816  | lc | 4.44  | Q | 361.1  | P | 2011.703 | S | 2043.837 | FP | 0.984 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.88% | HORA | 10:44:00 |
| 7.396 | lb | 8.858  | lc | 3.984 | Q | 337.11 | P | 2029.743 | S | 2057.547 | FP | 0.986 | DESB V | 1.35% | DESB I | 40.93% | HORA | 10:44:00 |
| 7.435 | lb | 8.807  | lc | 3.973 | Q | 235.9  | P | 2042.377 | S | 2055.956 | FP | 0.993 | DESB V | 1.30% | DESB I | 41.32% | HORA | 10:44:00 |
| 7.347 | lb | 9.761  | lc | 3.951 | Q | 459.38 | P | 2107.592 | S | 2157.75  | FP | 0.977 | DESB V | 1.39% | DESB I | 43.72% | HORA | 10:44:00 |
| 7.343 | lb | 15.839 | lc | 4.16  | Q | 700.32 | P | 2787.486 | S | 2874.114 | FP | 0.969 | DESB V | 1.44% | DESB I | 74.70% | HORA | 10:44:00 |
| 7.466 | lb | 15.689 | lc | 4.106 | Q | 322.29 | P | 2853.868 | S | 2872.8   | FP | 0.993 | DESB V | 1.45% | DESB I | 72.65% | HORA | 10:44:00 |
| 7.478 | lb | 15.81  | lc | 4.123 | Q | 439.45 | P | 2853.92  | S | 2887.555 | FP | 0.988 | DESB V | 1.44% | DESB I | 73.30% | HORA | 10:44:00 |
| 7.543 | lb | 15.833 | lc | 4.106 | Q | 743.49 | P | 2801.797 | S | 2898.766 | FP | 0.966 | DESB V | 1.40% | DESB I | 72.83% | HORA | 10:44:00 |
| 7.661 | lb | 15.722 | lc | 4.1   | Q | 667.47 | P | 2822.888 | S | 2900.727 | FP | 0.973 | DESB V | 1.34% | DESB I | 71.62% | HORA | 10:44:00 |
| 7.676 | lb | 15.824 | lc | 3.983 | Q | 445.39 | P | 2880.68  | S | 2914.303 | FP | 0.988 | DESB V | 1.36% | DESB I | 72.73% | HORA | 10:44:00 |
| 7.731 | lb | 15.745 | lc | 4.23  | Q | 467.4  | P | 2873.489 | S | 2911.191 | FP | 0.987 | DESB V | 1.37% | DESB I | 71.76% | HORA | 10:44:00 |
| 7.706 | lb | 15.772 | lc | 4.24  | Q | 318.15 | P | 2893.4   | S | 2910.839 | FP | 0.994 | DESB V | 1.41% | DESB I | 72.41% | HORA | 10:44:00 |
| 7.766 | lb | 15.856 | lc | 4.68  | Q | 345.28 | P | 2907.73  | S | 2928.158 | FP | 0.993 | DESB V | 1.41% | DESB I | 71.78% | HORA | 10:44:00 |
| 7.586 | lb | 12.574 | lc | 4.67  | Q | 155.79 | P | 2514.414 | S | 2519.235 | FP | 0.998 | DESB V | 1.36% | DESB I | 55.70% | HORA | 10:44:00 |
| 7.28  | lb | 8.998  | lc | 4.57  | Q | 162.11 | P | 2054.238 | S | 2060.617 | FP | 0.996 | DESB V | 1.32% | DESB I | 40.15% | HORA | 10:44:00 |
| 7.229 | lb | 8.982  | lc | 4.36  | Q | 125.36 | P | 2047.887 | S | 2051.721 | FP | 0.998 | DESB V | 1.34% | DESB I | 40.20% | HORA | 10:44:00 |
| 7.279 | lb | 8.929  | lc | 3.941 | Q | 178.53 | P | 2044.477 | S | 2052.257 | FP | 0.996 | DESB V | 1.35% | DESB I | 41.33% | HORA | 10:44:00 |
| 7.448 | lb | 8.96   | lc | 3.944 | Q | 454.4  | P | 2026.429 | S | 2076.672 | FP | 0.975 | DESB V | 1.32% | DESB I | 41.86% | HORA | 10:44:00 |
| 7.504 | lb | 8.943  | lc | 3.928 | Q | 469.95 | P | 2027.578 | S | 2081.328 | FP | 0.974 | DESB V | 1.31% | DESB I | 42.16% | HORA | 10:44:00 |
| 7.404 | lb | 8.907  | lc | 3.952 | Q | 541.59 | P | 1992.784 | S | 2065.69  | FP | 0.964 | DESB V | 1.31% | DESB I | 41.49% | HORA | 10:44:00 |
| 7.5   | lb | 9.13   | lc | 3.917 | Q | 571.91 | P | 2008.783 | S | 2088.61  | FP | 0.961 | DESB V | 1.30% | DESB I | 42.48% | HORA | 10:44:00 |
| 7.54  | lb | 8.919  | lc | 3.93  | Q | 128.58 | P | 2078.189 | S | 2082.163 | FP | 0.998 | DESB V | 1.29% | DESB I | 42.18% | HORA | 10:44:00 |
| 7.527 | lb | 8.957  | lc | 3.932 | Q | 90.536 | P | 2083.669 | S | 2085.635 | FP | 0.999 | DESB V | 1.28% | DESB I | 42.21% | HORA | 10:44:00 |
| 7.755 | lb | 8.881  | lc | 3.905 | Q | 343.28 | P | 2076.541 | S | 2104.723 | FP | 0.986 | DESB V | 1.29% | DESB I | 42.96% | HORA | 10:44:00 |
| 7.726 | lb | 8.926  | lc | 4.2   | Q | 340.59 | P | 2078.34  | S | 2106.62  | FP | 0.986 | DESB V | 1.29% | DESB I | 41.66% | HORA | 10:44:00 |
| 7.441 | lb | 8.952  | lc | 3.929 | Q | 339.5  | P | 2046.57  | S | 2074.539 | FP | 0.986 | DESB V | 1.35% | DESB I | 42.00% | HORA | 10:44:00 |
| 7.483 | lb | 12.178 | lc | 3.914 | Q | 445.82 | P | 2419.94  | S | 2459.831 | FP | 0.983 | DESB V | 1.41% | DESB I | 54.96% | HORA | 10:44:00 |
| 7.57  | lb | 12.524 | lc | 3.908 | Q | 461.58 | P | 2467.775 | S | 2510.571 | FP | 0.982 | DESB V | 1.38% | DESB I | 56.53% | HORA | 10:44:00 |
| 7.626 | lb | 12.477 | lc | 3.93  | Q | 491.34 | P | 2463.533 | S | 2512.52  | FP | 0.98  | DESB V | 1.38% | DESB I | 55.74% | HORA | 10:44:00 |
| 7.598 | lb | 12.461 | lc | 3.931 | Q | 579.2  | P | 2440.168 | S | 2507.966 | FP | 0.972 | DESB V | 1.37% | DESB I | 55.83% | HORA | 10:44:00 |
| 7.606 | lb | 12.373 | lc | 3.931 | Q | 620.67 | P | 2420.577 | S | 2498.884 | FP | 0.968 | DESB V | 1.34% | DESB I | 55.24% | HORA | 10:44:00 |
| 7.558 | lb | 12.391 | lc | 3.921 | Q | 302.19 | P | 2476.287 | S | 2494.657 | FP | 0.992 | DESB V | 1.37% | DESB I | 55.73% | HORA | 10:44:00 |
| 7.609 | lb | 12.409 | lc | 3.982 | Q | 361.33 | P | 2476.959 | S | 2503.176 | FP | 0.989 | DESB V | 1.36% | DESB I | 55.11% | HORA | 10:44:00 |
| 7.594 | lb | 12.443 | lc | 4.29  | Q | 644.96 | P | 2421.875 | S | 2506.281 | FP | 0.966 | DESB V | 1.30% | DESB I | 55.11% | HORA | 10:44:00 |
| 7.628 | lb | 12.708 | lc | 4.11  | Q | 609.88 | P | 2467.535 | S | 2541.788 | FP | 0.97  | DESB V | 1.32% | DESB I | 56.58% | HORA | 10:44:00 |
| 7.586 | lb | 12.526 | lc | 4.31  | Q | 371.11 | P | 2487.679 | S | 2515.208 | FP | 0.989 | DESB V | 1.32% | DESB I | 55.64% | HORA | 10:44:00 |
| 7.576 | lb | 12.518 | lc | 3.983 | Q | 338.93 | P | 2489.431 | S | 2512.397 | FP | 0.99  | DESB V | 1.38% | DESB I | 55.97% | HORA | 10:44:00 |
| 7.534 | lb | 12.408 | lc | 3.972 | Q | 369.17 | P | 2467.67  | S | 2495.109 | FP | 0.989 | DESB V | 1.37% | DESB I | 55.65% | HORA | 10:44:00 |
| 7.589 | lb | 12.521 | lc | 4.1   | Q | 359.79 | P | 2489.98  | S | 2514.967 | FP | 0.989 | DESB V | 1.33% | DESB I | 55.73% | HORA | 10:44:00 |
| 7.68  | lb | 12.518 | lc | 3.998 | Q | 258.49 | P | 2512.492 | S | 2525.754 | FP | 0.994 | DESB V | 1.34% | DESB I | 55.21% | HORA | 10:44:00 |
| 7.735 | lb | 12.568 | lc | 4.11  | Q | 353.43 | P | 2513.525 | S | 2538.251 | FP | 0.99  | DESB V | 1.37% | DESB I | 55.69% | HORA | 10:44:00 |
| 7.734 | lb | 12.472 | lc | 4.13  | Q | 357.61 | P | 2500.269 | S | 2525.714 | FP | 0.989 | DESB V | 1.39% | DESB I | 54.49% | HORA | 10:44:00 |
| 7.616 | lb | 12.488 | lc | 4.14  | Q | 401.72 | P | 2481.262 | S | 2513.57  | FP | 0.987 | DESB V | 1.42% | DESB I | 55.33% | HORA | 10:44:00 |
| 7.722 | lb | 12.469 | lc | 3.951 | Q | 179.55 | P | 2517.268 | S | 2523.664 | FP | 0.997 | DESB V | 1.38% | DESB I | 54.94% | HORA | 10:44:00 |

|       |    |        |    |       |   |        |   |          |   |          |    |       |        |       |        |        |      |          |
|-------|----|--------|----|-------|---|--------|---|----------|---|----------|----|-------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| 7.572 | lb | 12.377 | lc | 3.961 | Q | 113.25 | P | 2492.463 | S | 2495.35  | FP | 0.998 | DESB V | 1.37% | DESB I | 55.29% | HORA | 10:45:00 |
| 7.422 | lb | 12.549 | lc | 3.955 | Q | 419.64 | P | 2462.381 | S | 2497.882 | FP | 0.985 | DESB V | 1.37% | DESB I | 57.35% | HORA | 10:45:00 |
| 7.542 | lb | 12.486 | lc | 3.95  | Q | 318.89 | P | 2483.105 | S | 2503.498 | FP | 0.991 | DESB V | 1.37% | DESB I | 56.22% | HORA | 10:45:00 |
| 7.633 | lb | 9.4    | lc | 3.973 | Q | 283.47 | P | 2131.104 | S | 2149.875 | FP | 0.991 | DESB V | 1.33% | DESB I | 43.25% | HORA | 10:45:00 |
| 7.816 | lb | 9.114  | lc | 3.982 | Q | 278.31 | P | 2120.515 | S | 2138.701 | FP | 0.991 | DESB V | 1.35% | DESB I | 42.87% | HORA | 10:45:00 |
| 7.749 | lb | 9.2    | lc | 4.51  | Q | 329.26 | P | 2094.626 | S | 2120.346 | FP | 0.987 | DESB V | 1.37% | DESB I | 41.62% | HORA | 10:45:00 |
| 7.75  | lb | 9.48   | lc | 3.987 | Q | 317.33 | P | 2100.155 | S | 2123.994 | FP | 0.988 | DESB V | 1.36% | DESB I | 42.45% | HORA | 10:45:00 |
| 7.756 | lb | 9.39   | lc | 3.989 | Q | 406.37 | P | 2084.18  | S | 2123.268 | FP | 0.981 | DESB V | 1.34% | DESB I | 42.42% | HORA | 10:45:00 |
| 7.606 | lb | 8.911  | lc | 3.908 | Q | 332.79 | P | 2063.386 | S | 2090.5   | FP | 0.987 | DESB V | 1.32% | DESB I | 42.60% | HORA | 10:45:00 |
| 7.597 | lb | 8.893  | lc | 3.914 | Q | 536.46 | P | 2017.579 | S | 2087.682 | FP | 0.966 | DESB V | 1.32% | DESB I | 42.45% | HORA | 10:45:00 |
| 7.624 | lb | 8.981  | lc | 3.937 | Q | 547.38 | P | 2027.468 | S | 2100.6   | FP | 0.965 | DESB V | 1.31% | DESB I | 42.50% | HORA | 10:45:00 |
| 7.951 | lb | 8.933  | lc | 4.239 | Q | 916.49 | P | 1926.842 | S | 2133.698 | FP | 0.903 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.80% | HORA | 10:45:00 |
| 7.743 | lb | 8.85   | lc | 4.22  | Q | 908.14 | P | 1892.287 | S | 2098.919 | FP | 0.901 | DESB V | 1.35% | DESB I | 39.17% | HORA | 10:45:00 |
| 7.691 | lb | 8.907  | lc | 4.232 | Q | 318.92 | P | 2074.323 | S | 2098.696 | FP | 0.988 | DESB V | 1.36% | DESB I | 39.48% | HORA | 10:45:00 |
| 7.702 | lb | 8.886  | lc | 4.228 | Q | 356.21 | P | 2067.767 | S | 2098.224 | FP | 0.985 | DESB V | 1.35% | DESB I | 39.59% | HORA | 10:45:00 |
| 7.745 | lb | 9.14   | lc | 4.212 | Q | 248.78 | P | 2103.348 | S | 2118.9   | FP | 0.993 | DESB V | 1.36% | DESB I | 39.74% | HORA | 10:45:00 |
| 7.804 | lb | 9.99   | lc | 4.251 | Q | 229.71 | P | 2122.602 | S | 2134.996 | FP | 0.994 | DESB V | 1.35% | DESB I | 39.71% | HORA | 10:45:00 |
| 7.868 | lb | 9      | lc | 4.22  | Q | 727.8  | P | 2003.217 | S | 2131.329 | FP | 0.939 | DESB V | 1.35% | DESB I | 39.96% | HORA | 10:45:00 |
| 7.708 | lb | 9.42   | lc | 4.57  | Q | 761.7  | P | 1975.582 | S | 2117.336 | FP | 0.933 | DESB V | 1.34% | DESB I | 41.51% | HORA | 10:45:00 |
| 7.757 | lb | 9.5    | lc | 4.36  | Q | 182.99 | P | 2116.681 | S | 2124.575 | FP | 0.996 | DESB V | 1.31% | DESB I | 41.90% | HORA | 10:45:00 |
| 7.697 | lb | 8.968  | lc | 4.77  | Q | 206.45 | P | 2096.388 | S | 2106.529 | FP | 0.995 | DESB V | 1.29% | DESB I | 41.30% | HORA | 10:45:00 |
| 7.555 | lb | 9.33   | lc | 4.57  | Q | 206.45 | P | 2096.388 | S | 2106.529 | FP | 0.995 | DESB V | 1.27% | DESB I | 41.42% | HORA | 10:45:00 |
| 7.608 | lb | 9.71   | lc | 4.65  | Q | 370.25 | P | 2063.829 | S | 2096.737 | FP | 0.984 | DESB V | 1.30% | DESB I | 41.21% | HORA | 10:45:00 |
| 7.608 | lb | 9.71   | lc | 4.55  | Q | 337.38 | P | 2080.604 | S | 2107.781 | FP | 0.987 | DESB V | 1.37% | DESB I | 41.42% | HORA | 10:45:00 |
| 7.559 | lb | 9.155  | lc | 4.55  | Q | 375.68 | P | 2079.55  | S | 2112.725 | FP | 0.984 | DESB V | 1.37% | DESB I | 41.42% | HORA | 10:45:00 |
| 7.626 | lb | 9.6    | lc | 4.8   | Q | 410.74 | P | 2068.3   | S | 2108.69  | FP | 0.98  | DESB V | 1.35% | DESB I | 41.47% | HORA | 10:45:00 |
| 7.645 | lb | 8.991  | lc | 4.45  | Q | 405.62 | P | 2062.691 | S | 2102.194 | FP | 0.981 | DESB V | 1.28% | DESB I | 41.33% | HORA | 10:45:00 |
| 7.649 | lb | 9.122  | lc | 4.98  | Q | 399.22 | P | 2079.747 | S | 2117.679 | FP | 0.982 | DESB V | 1.29% | DESB I | 41.83% | HORA | 10:45:00 |
| 7.642 | lb | 9.13   | lc | 4.202 | Q | 361.28 | P | 2073.721 | S | 2104.957 | FP | 0.985 | DESB V | 1.33% | DESB I | 39.56% | HORA | 10:45:00 |
| 7.668 | lb | 9.65   | lc | 4.188 | Q | 335.88 | P | 2086.818 | S | 2113.55  | FP | 0.987 | DESB V | 1.27% | DESB I | 39.95% | HORA | 10:45:00 |
| 7.695 | lb | 9.98   | lc | 4.187 | Q | 506.46 | P | 2060.208 | S | 2121.547 | FP | 0.971 | DESB V | 1.28% | DESB I | 40.12% | HORA | 10:45:00 |
| 7.799 | lb | 9.78   | lc | 4.294 | Q | 555.13 | P | 2058.7   | S | 2131.562 | FP | 0.965 | DESB V | 1.27% | DESB I | 39.15% | HORA | 10:45:00 |
| 7.873 | lb | 8.986  | lc | 4.213 | Q | 336.79 | P | 2103.209 | S | 2130.3   | FP | 0.987 | DESB V | 1.28% | DESB I | 40.21% | HORA | 10:45:00 |
| 7.818 | lb | 9.146  | lc | 4.153 | Q | 327.55 | P | 2117.5   | S | 2142.24  | FP | 0.988 | DESB V | 1.28% | DESB I | 40.99% | HORA | 10:45:00 |
| 7.56  | lb | 9.131  | lc | 4.258 | Q | 312.86 | P | 2087.765 | S | 2111.76  | FP | 0.988 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.13% | HORA | 10:45:00 |
| 7.655 | lb | 8.953  | lc | 4.3   | Q | 371.94 | P | 2066.789 | S | 2099.989 | FP | 0.984 | DESB V | 1.32% | DESB I | 38.29% | HORA | 10:45:00 |
| 7.627 | lb | 9.94   | lc | 4.266 | Q | 464.88 | P | 2061.782 | S | 2113.542 | FP | 0.975 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.20% | HORA | 10:45:00 |
| 7.638 | lb | 8.906  | lc | 4.205 | Q | 434.79 | P | 2046.4   | S | 2091.932 | FP | 0.978 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.20% | HORA | 10:45:00 |
| 7.636 | lb | 8.949  | lc | 4.222 | Q | 473.57 | P | 2043.282 | S | 2097.445 | FP | 0.974 | DESB V | 1.34% | DESB I | 39.13% | HORA | 10:45:00 |
| 7.682 | lb | 9.157  | lc | 4.199 | Q | 467.83 | P | 2075.7   | S | 2127.153 | FP | 0.975 | DESB V | 1.34% | DESB I | 40.12% | HORA | 10:45:00 |
| 7.778 | lb | 9.75   | lc | 4.221 | Q | 471.53 | P | 2076.97  | S | 2128.972 | FP | 0.975 | DESB V | 1.31% | DESB I | 39.91% | HORA | 10:45:00 |
| 7.538 | lb | 8.96   | lc | 4.298 | Q | 455.84 | P | 2035.787 | S | 2086.198 | FP | 0.975 | DESB V | 1.29% | DESB I | 38.00% | HORA | 10:45:00 |
| 7.513 | lb | 9.214  | lc | 4.28  | Q | 300.45 | P | 2091.116 | S | 2112.59  | FP | 0.989 | DESB V | 1.30% | DESB I | 38.87% | HORA | 10:45:00 |
| 7.479 | lb | 9.106  | lc | 4.395 | Q | 376.9  | P | 2062.636 | S | 2096.788 | FP | 0.983 | DESB V | 1.29% | DESB I | 37.15% | HORA | 10:45:00 |
| 7.626 | lb | 8.946  | lc | 4.425 | Q | 128.2  | P | 2092.544 | S | 2096.457 | FP | 0.998 | DESB V | 1.25% | DESB I | 36.77% | HORA | 10:45:00 |
| 7.494 | lb | 9.39   | lc | 4.46  | Q | 134.47 | P | 2086.911 | S | 2091.239 | FP | 0.997 | DESB V | 1.24% | DESB I | 36.27% | HORA | 10:45:00 |
| 7.533 | lb | 9.42   | lc | 4.396 | Q | 325.34 | P | 2071.369 | S | 2096.763 | FP | 0.987 | DESB V | 1.27% | DESB I | 37.11% | HORA | 10:45:00 |
| 7.484 | lb | 8.853  | lc | 4.312 | Q | 363.8  | P | 2037.351 | S | 2069.578 | FP | 0.984 | DESB V | 1.28% | DESB I | 37.35% | HORA | 10:45:00 |
| 7.514 | lb | 9.4    | lc | 4.29  | Q | 383.59 | P | 2054.515 | S | 2090.19  | FP | 0.983 | DESB V | 1.26% | DESB I | 38.14% | HORA | 10:45:00 |
| 7.537 | lb | 8.945  | lc | 4.348 | Q | 366.89 | P | 2053.845 | S | 2086.357 | FP | 0.984 | DESB V | 1.22% | DESB I | 37.37% | HORA | 10:45:00 |
| 7.663 | lb | 9.54   | lc | 4.298 | Q | 255.79 | P | 2098.911 | S | 2114.44  | FP | 0.992 | DESB V | 1.24% | DESB I | 38.64% | HORA | 10:45:00 |
| 7.691 | lb | 8.962  | lc | 4.329 | Q | 272.57 | P | 2089.421 | S | 2107.58  | FP | 0.991 | DESB V | 1.24% | DESB I | 38.10% | HORA | 10:45:00 |
| 7.695 | lb | 9.35   | lc | 4.343 | Q | 360.31 | P | 2085.235 | S | 2116.135 | FP | 0.985 | DESB V | 1.27% | DESB I | 38.17% | HORA | 10:45:00 |
| 7.758 | lb | 9.43   | lc | 4.28  | Q | 330.51 | P | 2099.35  | S | 2125.208 | FP | 0.987 | DESB V | 1.28% | DESB I | 39.95% | HORA | 10:45:00 |
| 7.917 | lb | 9.15   | lc | 4.315 | Q | 509.15 | P | 2076.6   | S | 2137.53  | FP | 0.971 | DESB V | 1.26% | DESB I | 39.75% | HORA | 10:45:00 |
| 7.871 | lb | 8.94   | lc | 4.344 | Q | 430.85 | P | 2078.398 | S | 2122.586 | FP | 0.979 | DESB V | 1.23% | DESB I | 38.39% | HORA | 10:45:00 |
| 7.8   | lb | 9.36   | lc | 4.236 | Q | 118.19 | P | 2123.384 | S | 2126.671 | FP | 0.998 | DESB V | 1.30% | DESB I | 39.69% | HORA | 10:45:00 |
| 7.762 | lb | 9.3    | lc | 4.242 | Q | 37.162 | P | 2121.43  | S | 2121.755 | FP | 0.999 | DESB V | 1.32% | DESB I | 39.50% | HORA | 10:45:00 |
| 7.733 | lb | 9.7    | lc | 4.242 | Q | 544.18 | P | 2045.175 | S | 2116.293 | FP | 0.966 | DESB V | 1.24% | DESB I | 39.34% | HORA | 10:45:00 |
| 7.644 | lb | 9.1    | lc | 4.19  | Q | 486.54 | P | 2048.664 | S | 2105.647 | FP | 0.972 | DESB V | 1.25% | DESB I | 39.67% | HORA | 10:45:00 |

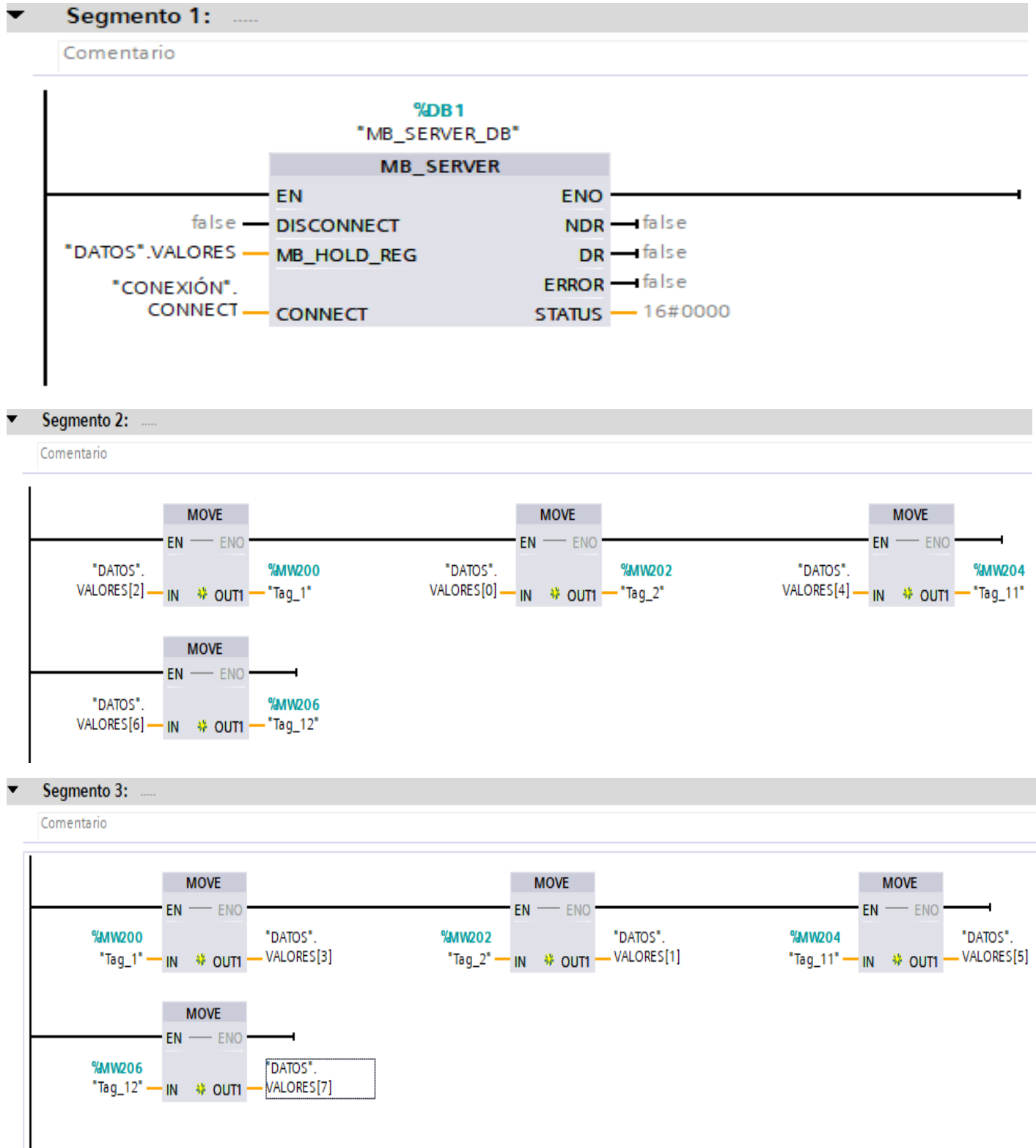
## 12.2. ANEXO 2. ALGORITMO EN LABVIEW PARA EL CÁLCULO DE FP, Q, P Y S



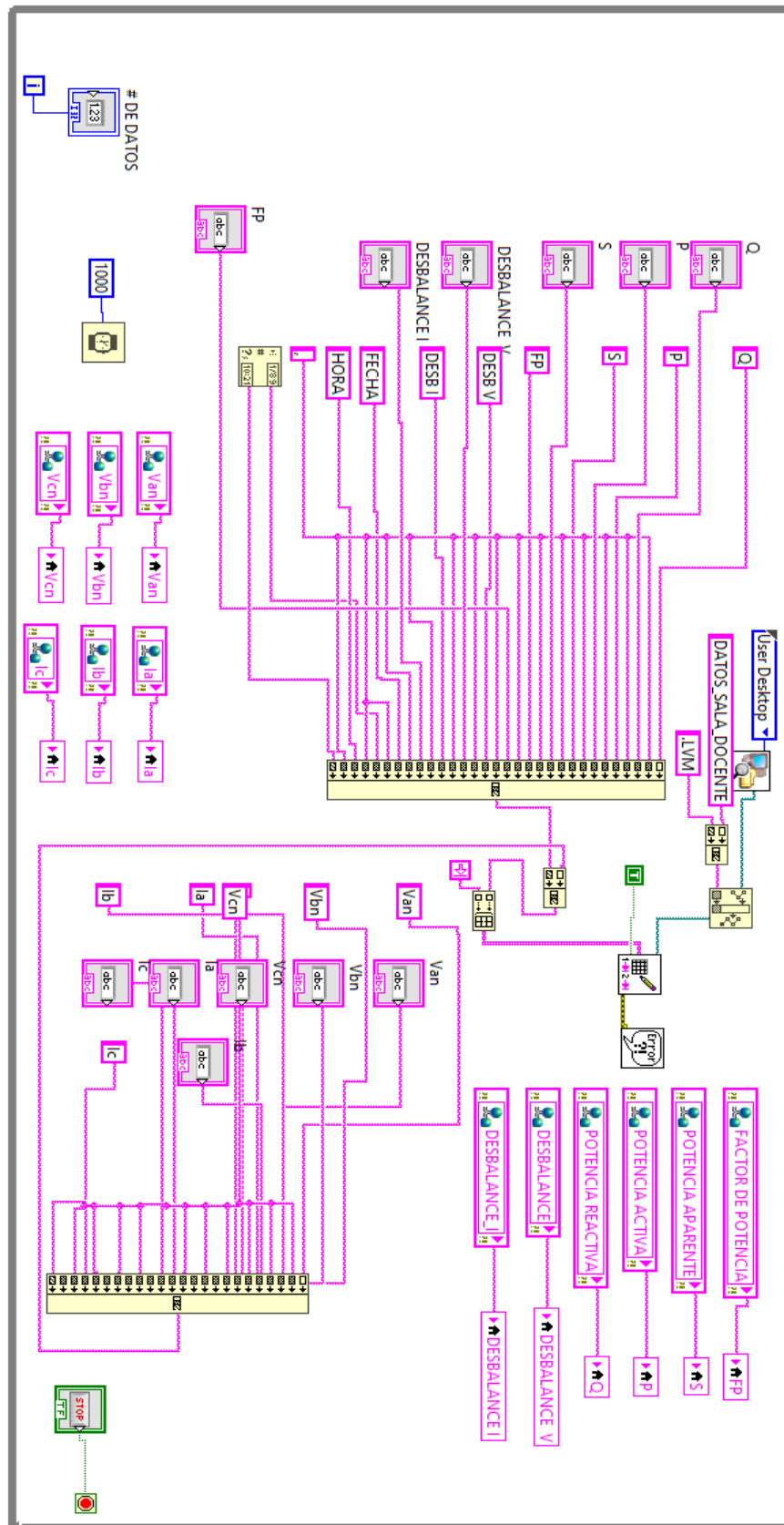
### 12.3. ANEXO 3: ALGORITMO EN LABVIEW PARA COMUNICARSE CON UN PLC SIMATIC S7 1200 MEDIANTE MODBUS



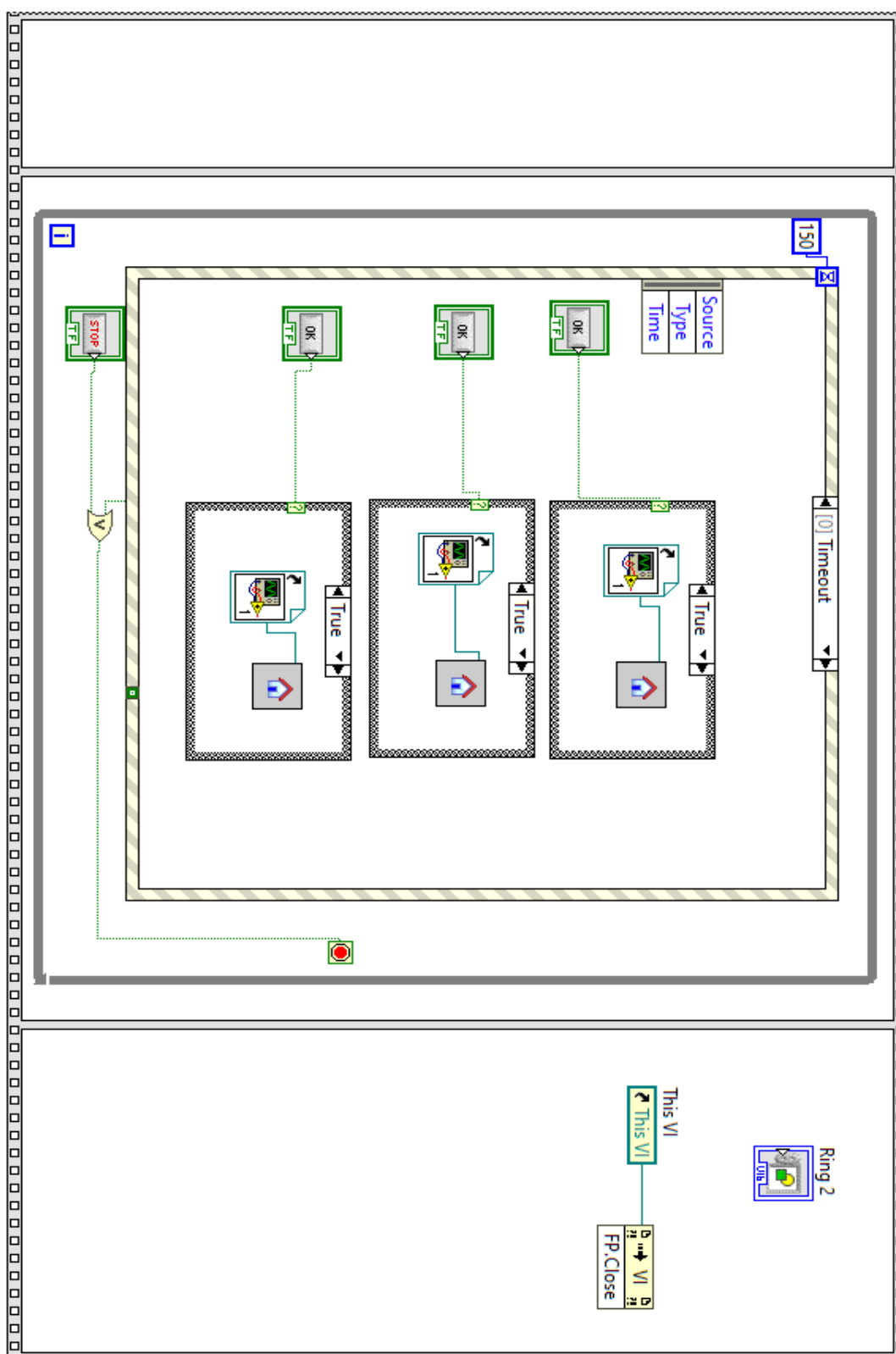
## 12.4. ANEXO 4: PROGRAMA PARA INTEGRAR UN PLC S7 1200 CON LABVIEW MEDIANTE MODBUS



## 12.5. ANEXO 5: ALGORITMO EN LABVIEW PARA LA CAPTURA DE DATOS



## 12.6. ANEXO 6: ALGORITMO EN LABVIEW DE LA PANTALLA PRINCIPAL



## 12.7. ANEXO 7: FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR DE ENERGÍA REACTIVA BR6000

|                                                      |                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Serie de modelos                                     | BR 6000....                                                                                                                          |
| Salidas                                              | 6 o 12(13)                                                                                                                           |
| Idiomas                                              | Alemán, Inglés , Español, Francés, Ruso, Checo, Holandés, PL, PT                                                                     |
| Potencia de conexión de las salidas de relé          | 250 VAC, 1000 W                                                                                                                      |
| Número de salidas activas                            | Programable                                                                                                                          |
| Manejo y visualización                               | Display gráfico iluminado de 2 x 16 caracteres<br>Con menú de fácil manejo                                                           |
| Número de series de control                          | 20                                                                                                                                   |
| Series de control de edición libre                   | 1                                                                                                                                    |
| Principio de regulación                              | Seleccionable<br>Conexión lineal, conexión circular o conexión inteligente, Funcionamiento en 4 cuadrantes                           |
| Auto Inicialización                                  | SI                                                                                                                                   |
| Tensión de servicio                                  | 220VAC +/-15%, 50 / 60 Hz                                                                                                            |
| Tensión de medida                                    | 30...525 VAC ( L-N ) o (L-L); 50 / 60Hz                                                                                              |
| Corriente de medida                                  | X : 5/1 A seleccionable                                                                                                              |
| Consumo                                              | <5 VA                                                                                                                                |
| Sensibilidad                                         | 50 mA / 10mA                                                                                                                         |
| cos phi deseado                                      | 0,3 ind. a 0,3 cap. ajustable                                                                                                        |
| Tiempo de conexión                                   | Seleccionable de 1 seg. 20 min.                                                                                                      |
| Tiempo de desconexión                                | Seleccionable de 1 seg. 20 min.                                                                                                      |
| Tiempo de descarga                                   | Seleccionable de 1 seg. 20 min.                                                                                                      |
| Pasos / salto / omisión de pasos                     | Programable                                                                                                                          |
| Relé de alarma                                       | De serie                                                                                                                             |
| Disparo por falta de tensión                         | De serie                                                                                                                             |
| Visualización de parámetros de red                   | Tensión, corriente aparente, frecuencia, energía reactiva, energía activa, energía aparente, kvar que faltan, temperatura, armónicas |
| Memorización de valores máximos                      | Tensión, energía reactiva, energía activa, energía aparente, temperatura, THD-V, THD-I                                               |
| Memorización del número de Conex.                    | Sí, Reset individual posible                                                                                                         |
| Memorización del tiempo de funcionam.                | Sí, Reset individual posible                                                                                                         |
| Rango de medición de temperatura                     | -30 ... 100°C                                                                                                                        |
| Memoria de errores                                   | Registro de los últimos 8 errores                                                                                                    |
| 2do set de parámetros                                | Disponible en versión /F y /S                                                                                                        |
| Exactitud                                            | Corriente, tensión : 1%<br>Potencias activa, reactiva y aparente: 2%                                                                 |
| Envolverte                                           | para montaje empotrado en cuadro de mando<br>DIN 43 700, 144 x 144 x 55mm                                                            |
| Peso                                                 | 1kg                                                                                                                                  |
| Temperatura ambiente de funcionamiento               | -20 a +60°C                                                                                                                          |
| Índice de protección según DIN 40050                 | Parte frontal IP 54, Parte trasera: IP20                                                                                             |
| Lineamientos de seguridad                            | IEC 61010-1:2001, EN 61010-1:2001                                                                                                    |
| Sensibilidad a la interferencia (zonas industriales) | EN 50082-1:1995<br>IEC 61000-4-2: 8kV<br>IEC 61000-4-4: 4kV                                                                          |
| <b>Opciones:</b>                                     |                                                                                                                                      |
| Opción/F                                             | Entrada externa adicional                                                                                                            |
| Opción/S485                                          | Relé adicional de mensaje programable por el usuario<br>Como opción /F con interface RS485 adicional                                 |

## 12.8. ANEXO 8: AJUSTE DE FÁBRICA DEL BR6000

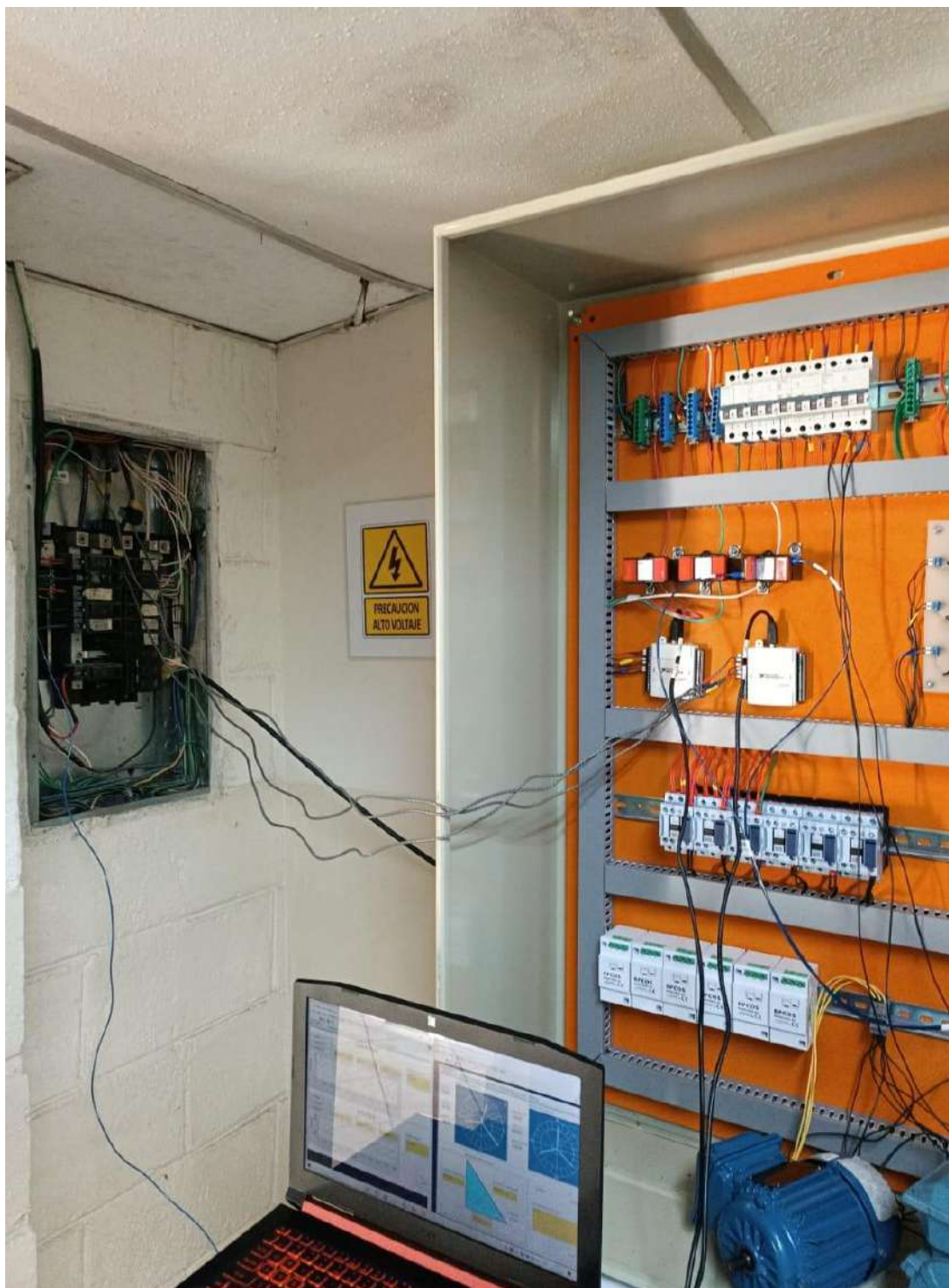
Los siguientes valores de ajuste de fábrica solamente son aplicables si el regulador es suministrado directamente de fábrica. En caso contrario, estos valores serán sustituidos por una configuración básica del fabricante del sistema de compensación. (Que son los valores óptimos para el correspondiente sistema de compensación).

| Nr. | Parámetro<br>* opcion                     | Ajuste de fábrica               | Valores de esta instalación<br>(A introducir por el<br>fabricante de la instalación o<br>por el usuario) |
|-----|-------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0   | SELECCIÓN DE IDIOMA                       | INGLES                          |                                                                                                          |
| 1   | I-TC PRIMARIO                             | 1000 A                          |                                                                                                          |
| 2   | I-TC SECUNDARIO                           | 5 A                             |                                                                                                          |
| 3   | PASOS ACTIVOS                             | 12 ( 6 )                        |                                                                                                          |
| 4   | SERIE DE CONTROL                          | 1                               |                                                                                                          |
| 5   | PRINCIPIO DE CONTROL                      | INTELIGENTE                     |                                                                                                          |
| 6   | POTENCIA PASO 1                           | 25,00 kvar                      |                                                                                                          |
| 7   | COS PHI DESEADO                           | 0,98 IND                        |                                                                                                          |
| 8   | TENSIÓN DE MEDICION                       | 220 V L-N                       |                                                                                                          |
| 9   | RELACIÓN TRANSF.<br>TENSIÓN               | - NO -                          |                                                                                                          |
| 10  | TIEMPO DE CONEXIÓN                        | 40 seg.                         |                                                                                                          |
| 11  | TIEMPO DE DESCONEXIÓN                     | 40 seg.                         |                                                                                                          |
| 12  | TIEMPO DE DESCARGA                        | 60 seg.                         |                                                                                                          |
| 13  | ALARMA TEMP.                              | 55 ° C                          |                                                                                                          |
| 14  | RELÉ DE SEÑALIZACIÓN *                    | VENTILADOR                      |                                                                                                          |
| 15  | TEMP. VENTILADOR                          | 30°C                            |                                                                                                          |
| 16  | ARMÓNICAS THD-V                           | 7 %                             |                                                                                                          |
|     | 2do set de parámetros                     |                                 | Los valores por defecto son los mismos que los del set de parámetros 1                                   |
|     | Pasos                                     | AUTO                            |                                                                                                          |
|     | Código Modo experto 1                     | 6343                            | No modificable                                                                                           |
|     | Código Modo experto 2                     | 2244                            | No modificable                                                                                           |
|     | Tiempo de integración                     | 1 seg.                          |                                                                                                          |
|     | Valor de disparo                          | 66%                             |                                                                                                          |
|     | Potencia máxima de<br>conexión simultánea | 4 x tensión de<br>escalón menor |                                                                                                          |
|     | Bloqueo de teclas                         | - NO -                          |                                                                                                          |
|     | Advertencia Número de<br>conexiones       | 10.000                          |                                                                                                          |
|     | Descarga rapida                           | - NO -                          |                                                                                                          |
|     | Desfase U/I                               | 0 °                             |                                                                                                          |
|     | Test - C                                  | - SI -                          |                                                                                                          |
|     | Error - C                                 | 40%                             |                                                                                                          |
|     | Intendo de test                           | 5                               |                                                                                                          |
|     | Potencia del paso 1                       | 0...255 kvar                    |                                                                                                          |
|     | Control                                   | 3-fases                         |                                                                                                          |
|     | Protocolo *                               | MODBUS-RTU                      |                                                                                                          |
|     | Velocidad de transmision *                | 9600                            |                                                                                                          |
|     | Direccion*                                | 1                               |                                                                                                          |
|     | Número de MMI6000*                        | 1                               |                                                                                                          |
|     | Tiempo de entrega ASCII*                  | 10 seg                          |                                                                                                          |

## 12.9. ANEXO 9: PRUEBAS DE LECTURA DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO



## 12.10. ANEXO 10: LECTURA DE MUESTRA DE DATOS EN EL TABLERO ELÉCTRICO DEL CC2



### 12.11. ANEXO 11: COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

| COSTOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y SOFTWARE                       |          |        |                     |                    |
|---------------------------------------------------------------------|----------|--------|---------------------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN                                                         | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO UNITARIO (\$) | TOTAL              |
| <b>MATERIALES</b>                                                   |          |        |                     |                    |
| Tarjeta de adquisición de datos DAQ National Instrument NI USB-6009 | 2        | PZ     | \$847,50            | \$ 1.695,00        |
| Controlador de Factor de Potencia 220V/60Hz, 6 pasos                | 1        | PZ     | \$600,00            | \$ 678,00          |
| Base adhesiva para cincho de nylon plástico                         | 30       | PZ     | \$0,35              | \$ 11,87           |
| Bobina de descarga rápida                                           | 6        | PZ     | \$40,00             | \$ 271,20          |
| Botón de parada de emergencia                                       | 1        | PZ     | \$10,80             | \$ 12,20           |
| Cable TFF #16 azul                                                  | 100      | m      | \$0,36              | \$ 40,68           |
| Canaleta de recorte                                                 | 3        | PZ     | \$9,40              | \$ 31,87           |
| Capacitor de 240/60hz                                               | 3        | PZ     | \$85,60             | \$ 290,18          |
| Contactor 18A 220/60 Hz                                             | 6        | PZ     | \$33,70             | \$ 228,49          |
| Gabinete metálico 1200*800*350, TIBOX                               | 1        | PZ     | \$320,00            | \$ 361,60          |
| Organizador en espiral para cables                                  | 2        | PZ     | \$8,00              | \$ 18,08           |
| Riel din                                                            | 2        | PZ     | \$8,50              | \$ 19,21           |
| Selector perilla corta                                              | 1        | PZ     | \$9,50              | \$ 10,74           |
| Terminal tipo pin                                                   | 3        | PZ     | \$5,00              | \$ 16,95           |
| Tope plástico para bornera                                          | 30       | PZ     | \$1,10              | \$ 37,29           |
| Transformador de corriente, 100/5 A                                 | 3        | PZ     | \$30,20             | \$ 102,38          |
| Ventilador axial 110-220 VAC                                        | 1        | PZ     | \$15,00             | \$ 16,95           |
| <b>SUB TOTAL MATERIALES</b>                                         |          |        |                     | <b>\$ 3.842,68</b> |
| <b>MANO DE OBRA</b>                                                 |          |        |                     |                    |
| Mano de obra                                                        |          |        |                     | \$ 1.537,00        |
| <b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>                                       |          |        |                     | <b>\$ 1.537,00</b> |
| <b>SOFTWARE</b>                                                     |          |        |                     |                    |
| Software para monitor de variables eléctricas                       |          |        |                     | \$ 2.000,00        |
| <b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>                                       |          |        |                     | <b>\$ 2.000,00</b> |
| <b>COSTO TOTAL DEL SISTEMA</b>                                      |          |        |                     | <b>\$ 7.379,68</b> |

## 12.12. ANEXO 12: ESTRUCTURA DEL MANUAL DE USUARIO



**ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA**

**ITCA-FEPADE**

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

**AÑO 2025**

### **GUÍA DE USO DEL SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y MONITOREO DE VARIABLES ELÉCTRICAS**



**Director coordinador del proyecto:**

Ing. Manuel Antonio Chicas Villeda

**Docente investigador responsable:**

Ing. Carlos Levi Cartagena Lobos

**Docente coinvestigador:**

Ing. David Ernesto Cortez Pérez

**Escuelas y/o Centro(s) Regional(es) participantes:**

Escuela de Eléctrica / Centro Regional Santa Ana

## CONTENIDO

### 1. Introducción

Este manual proporciona instrucciones detalladas sobre el uso del módulo didáctico de control automático para la corrección del Factor de Potencia y el monitoreo de variables eléctricas en instalaciones de baja tensión. Este sistema está diseñado para mejorar la eficiencia energética y proporcionar datos precisos sobre el rendimiento eléctrico.

### 2. Descripción del Módulo

El módulo didáctico incluye los siguientes componentes:

- **Controlador automático.** Ajusta el Factor de Potencia mediante la conexión y desconexión de condensadores.
- **Sensores de monitoreo.** Miden variables eléctricas como voltaje, corriente, y potencia.
- **Interfaz de usuario.** Permite la visualización y configuración de parámetros.

#### 2.1 Controlador Automático

El controlador automático BR6000 es un dispositivo avanzado diseñado para la corrección del Factor de Potencia en sistemas eléctricos. Este controlador ofrece una amplia gama de funciones y características que optimizan la eficiencia energética y mejoran la calidad del suministro eléctrico. A continuación, se detallan sus principales características y funcionalidades:

##### Características Principales

- **Medición de Corriente.** El BR6000 realiza mediciones precisas de la corriente mediante transformadores de intensidad. Es esencial asegurar que la corriente consumida pase a través de estos transformadores para obtener lecturas exactas.
- **Programación de la Corrección de Fase.** Permite ajustar la corrección de fase entre la tensión y la corriente de medición, lo cual es crucial para mantener la precisión en la compensación del Factor de Potencia.
- **Salida de Alarma y Mensajes de Error.** El controlador está equipado con un contacto de alarma que se activa en caso de errores, mostrando mensajes específicos en el display para facilitar la identificación y resolución de problemas.
- **Modos de Funcionamiento.** Incluye varios modos de operación, como el modo automático, programación, modo manual, servicio y modo experto. Cada modo ofrece diferentes funcionalidades para la gestión y control del sistema.
- **Visualización de Parámetros de Red.** En el modo automático, el BR6000 muestra diversos parámetros de la red, como tensión, corriente, energía reactiva, energía activa, energía aparente, frecuencia, temperatura, y armónicas.



Figura 1: BR 6000 vista frontal

Modo de funcionamiento:

- Automático
- Programación
- Modo manual
- Servicio
- Modo experto



ENTER/OK  
Confirmación y memorización de valores



Aumentar el parámetro seleccionado



Disminuir el parámetro seleccionado

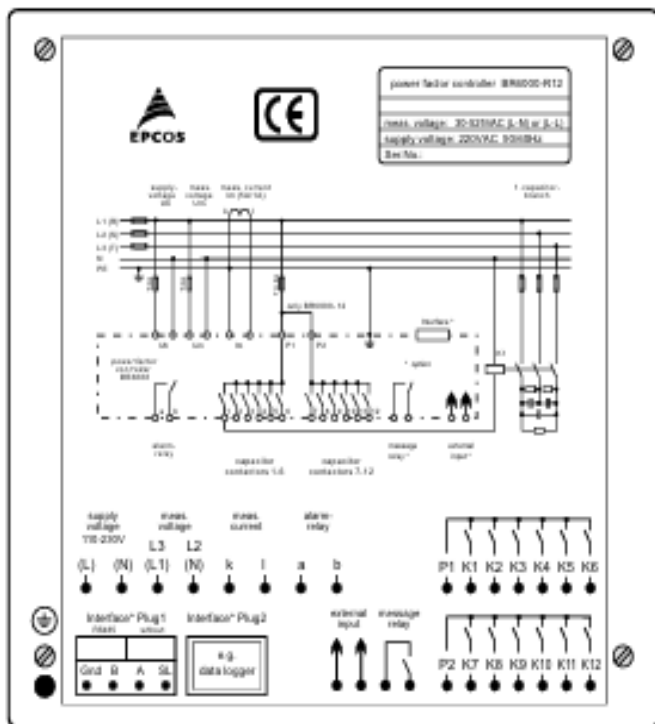


Figura 2: BR 6000 vista de atrás

## Funciones de Control

- **Conexión y Desconexión de Condensadores.** El controlador ajusta el Factor de Potencia mediante la conexión y desconexión de condensadores, siguiendo diferentes principios de regulación como conexión lineal, conexión circular, regulación inteligente, y desintonía combinada.
- **Inicialización Automática.** Facilita la puesta en marcha del sistema mediante la inicialización automática, que reconoce y almacena los parámetros del sistema de compensación de energía reactiva.
- **Programación Manual.** Permite la configuración manual de diversos parámetros del sistema, como la corriente primaria y secundaria del transformador, el número de pasos activos, la serie de control, el modo de control, la potencia del primer paso, el cos phi deseado, la tensión de medición, la relación del transformador de tensión, y los tiempos de conexión, desconexión y descarga.

## Interfaz y Comunicación

- **Interfaz RS485.** Opcionalmente, el BR6000 puede estar equipado con una interfaz RS485 para la parametrización del regulador a través de PC, lectura remota de estados de operación, monitoreo, almacenamiento y análisis de parámetros de la red.
- **Protocolo MODBUS.** Utiliza el protocolo MODBUS para la comunicación y control remoto, permitiendo la integración con otros sistemas y dispositivos de medición.

## 3. Funcionamiento

### 3.1. Corrección del Factor de Potencia

El controlador automático detecta el Factor de Potencia y ajusta la conexión de condensadores para mantener un valor óptimo, reduciendo así las pérdidas de energía y mejorando la eficiencia del sistema.

### 3.2. Monitoreo de Variables Eléctricas

Los sensores integrados en el módulo registran datos en tiempo real sobre el voltaje, la corriente y la potencia. Estos datos se muestran en la interfaz de usuario, permitiendo un análisis detallado del rendimiento eléctrico.

## 4. Ventajas

- **Eficiencia Energética.** Mejora el Factor de Potencia, reduciendo las pérdidas de energía.
- **Monitoreo en Tiempo Real.** Proporciona datos precisos y actualizados sobre el rendimiento eléctrico.
- **Facilidad de Uso.** Interfaz intuitiva para la configuración y visualización de parámetros.

## 5. Limitaciones

- **Capacidad de Carga.** El módulo está diseñado para instalaciones de baja tensión y puede no ser adecuado para sistemas de alta tensión.

- **Dependencia de Sensores.** La precisión del monitoreo depende de la calidad y calibración de los sensores.

## 6. Recomendaciones de Uso

- **Instalación.** Asegúrese de que el módulo esté instalado por un profesional calificado para garantizar su correcto funcionamiento.
- **Mantenimiento.** Realice inspecciones periódicas y calibraciones de los sensores para mantener la precisión de los datos.
- **Configuración.** Ajuste los parámetros del controlador según las necesidades específicas de la instalación para obtener los mejores resultados.





# ITCA FEPADE

## SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

### 1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.  
Tel.: (503) 2132-7400

### 2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.  
Tel.: (503) 2440-4348

### 3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.  
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

### 4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.  
Tel.: (503) 2669-2298

### 5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión  
Tel.: (503) 2668-4700

[www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

